

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GESTÃO DA QUALIDADE NA RECICLAGEM DE PET PARA  
TRANSFORMAÇÃO EM COBERTURA ECOLÓGICA EM  
INDÚSTRIA NA CIDADE DE MANAUS (AM)

EDSANDRA MAGALHÃES FERREIRA

MANAUS  
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

EDSANDRA MAGALHÃES FERREIRA

GESTÃO DA QUALIDADE NA RECICLAGEM DE PET PARA  
TRANSFORMAÇÃO EM COBERTURA ECOLÓGICA EM  
INDÚSTRIA NA CIDADE DE MANAUS (AM)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Civil, área de concentração em Materiais e Componentes de Construção.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Ladislau de Andrade

MANAUS  
2009

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Ferreira, Edsandra Magalhães

F383g      Gestão da qualidade na reciclagem de PET para transformação em cobertura ecológica em indústria na cidade de Manaus (AM) / Edsandra Magalhães Ferreira. - Manaus: UFAM, 2009.

189 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Amazonas, 2009.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Ladislau de Andrade

1. Gerenciamento de resíduos sólidos 2. Gestão da qualidade 3. Telhados - Estrutura I. Andrade, João Bosco Ladislau de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 692.4:624.011.18(043.3)

EDSANDRA MAGALHÃES FERREIRA

GESTÃO DA QUALIDADE NA RECICLAGEM DE PET PARA  
TRANSFORMAÇÃO EM COBERTURA ECOLÓGICA EM  
INDÚSTRIA NA CIDADE DE MANAUS (AM)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Civil, área de concentração em Materiais e Componentes de Construção.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Bosco Ladislau de Andrade, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Raimundo Kennedy Vieira, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Mauro Thury Vieira Sá, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

Ao meu Amado, o Senhor da minha vida,  
o meu Deus a quem confio, a quem devo tudo o  
que tenho, sou e o que vier a ser. O Deus da  
minha salvação, a minha rocha inabalável, a  
minha fortaleza, o meu refúgio, o meu auxílio. A  
Ele eu louvo e exalto por esta conquista.

Ao meu Deus, graças a sua bondade, fidelidade, misericórdia e sabedoria em todos os dias da minha vida; que me revestiu de força e adestrou as minhas mãos para o combate, de sorte que os meus braços vergaram um arco de bronze e me firmou os pés sob uma rocha para não vacilarem. A Ele agradeço por ter colocado pessoas especiais na minha vida que muito me auxiliaram e apoiaram na realização deste trabalho.

Ao meu doce e amado esposo pelo auxílio e amor dedicados a mim.

Aos meus amados pais e irmãos pelo amor, sustento, apoio, por acreditarem em mim quando eu não imaginava que seria capaz, pelo exemplo de vida. Pai, Deus me deu um pai aqui na terra cujo me orgulho e admiro muito, o senhor é o máximo.

Aos irmãos em Cristo, pelo amor, pelas orações, conselhos, companheirismo, pelas experiências compartilhadas que me fortaleceram a fé nas nossas muitas reuniões de oração.

Aos demais familiares e amigos, Deus foi muito bondoso comigo por vocês existirem. Cito desta forma para não cometer o erro de esquecer um sequer.

Aos professores e amigos do mestrado, pessoas que conheci e aprendi a amar. Obrigada a todos, pois mesmo sem saber, vocês foram um exemplo de dedicação e esforço pelos objetivos e sonhos. Dos quais destaco, meu orientador Prof. Dr. João Bosco Ladislau de Andrade pela dedicação, pelo esforço, pelo conhecimento, pela liberdade no direcionamento da pesquisa, mas sempre me fazendo pôr os pés no chão, por acreditar em mim, desde o início, na escolha da pesquisa para a orientação ao término deste trabalho. E não poderia deixar de destacar também, o coordenador deste Mestrado Prof. Dr. Raimundo Perreira de Vasconcelos, que sempre muito dedicado, se esforça continuamente para que este Mestrado se realize. A eles meu carinho e respeito.

Agradeço aos também professores Laerte Barros e Juliano Valente, que desde a graduação foram exemplos de mestres e profissionais. Aos professores Aldenir Alencar e Éder Fragata, pelas contribuições importantes no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao sr. Luiz Antonio Formariz que acreditou nesta pesquisa e abriu as portas de sua empresa para que este trabalho fosse realizado, bem como a pessoa de seus pais Luiz e Maria Formariz por sua gentileza e simpatia constantes.

Às empresas visitadas, na pessoa de seus representantes, pela ajuda e contribuição nos conhecimentos pertinentes aos temas abordados por esta pesquisa.

Aos clientes da LM da Amazônia, que colaboraram com informações fundamentais a respeito do produto em estudo e empresa citada.

Aos funcionários da LM, que foram peças fundamentais para o desenvolvimento da metodologia desta pesquisa.

À Universidade Federal do Amazonas, por possuir um quadro competente de profissionais à serviço do ensino.

À FAPEAM, por custear bolsa de estudo para desenvolvimento desta pesquisa.

**AGRADEÇO**

Todas as coisas vêm única e exclusivamente de Deus. Tudo vive por seu poder, e tudo é para sua glória. A Ele seja a glória para todo o sempre.  
Romanos 11:36

## RESUMO

A atividade humana, como se sabe, gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos, afetando sobretudo os recursos naturais. Esses impactos se fazem sentir especialmente nas águas, ar e solo e, também, na própria atividade humana. Por outro lado, percebe-se igualmente que, por mais avançada que a tecnologia possa ser, ainda não se conseguiu produzir nada que se consome no planeta sem utilizar-se dos recursos naturais. Tais recursos, como por exemplo os derivados de petróleo, que não são renováveis, constituem matéria-prima, dentre outros, na produção de plásticos. Estes, por sua vez, são tidos como grandes poluidores identificados no meio ambiente, necessitados, portanto, de formas modernas de gerenciamento entre as quais encontra-se a reciclagem. O setor da construção civil tem se revelado um dos que contemplam esta interessante proposta do conceito dos 3Rs, prova é que tem buscado encontrar formas de melhoria no emprego de novos materiais nos sistemas construtivos. Assim sendo, a gestão da qualidade na reciclagem põe-se em evidência na confecção de tais materiais, considerando que o mesmo trata da utilização de materiais de cobertura, produzidos a partir de resíduos sólidos de Polietileno Tereftalato – PET em indústria na cidade de Manaus. Também é propósito desta dissertação responder à seguinte questão problematizadora: as telhas ecológicas de PET produzidas em uma pequena empresa de reciclagem podem competir com outras empresas em porte e em qualidade de seus produtos? Desta forma, o objetivo da pesquisa apresenta-se como sendo desenvolver modelo de gestão da qualidade partindo da identificação de melhorias na reciclagem de plásticos do tipo PET na produção de telhas plásticas visando a qualidade do material a ser empregado na construção civil. Metodologicamente, para tanto, fez-se uso do método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), de melhoria contínua, como princípio de gestão da qualidade ISO 9001, trabalhando em duas fases distintas. Como principal resultado, apresentamos os planos da qualidade, planos de ação, apontando melhorias nos três processos fundamentais à qualidade do produto telhas, bem como suas ações em respostas ao 5W1H, metodologia usada em seu desenvolvimento. Em conclusão notam-se as possibilidades de melhoria na qualidade do produto originado (telhas ecológicas) com significativa agregação de valor ao mesmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de resíduos sólidos, Gestão da qualidade na reciclagem, Reciclagem de PET na construção civil.



## ABSTRACT

It is well known that human activities generate environmental impact that will have physical, biologic and socioeconomic consequences and it will mainly affect the natural resources. These impacts are especially noticeable on the waters, air, soil and also, in human activities in general. We can also observe that, even though the technology has advanced to the point it has, we have not yet been able to produce anything on the planet without taking advantage of its natural resources. These resources are by-products of oil, which are not renewable raw materials. These products are well known as big polluters of the environment. Thus, we need modern ways of managing these products; one of the options is to recycle. The building sector has been showing interest in the 3Rs concept; hence, it has been trying to find ways to improve the use of new materials in the building process. Thus, the managing of the recycling quality turned out to be very important in the production of these materials, taking into account that they make use of coverage materials, produced with solid waste of polyethylene terephthalate – PET in the industry of Manaus. This dissertation is also proposing to ask the following question: Can these ecological PET roof tiles, which are produced in a small recycling company, compete with other large companies when it comes to the quality of its products? Thus, the aim of this research is to develop a model of quality management by identifying the improvement in the PET plastic recycling in the production of plastic roof tiles aiming at the quality of the material that is going to be used in the building sector. In order to achieve this aim, the continuous improvement method PDCA (Plan, Do, Check, Act) has been applied as a principle of the quality management ISO 9001, in two different phases. As main results, we presented the quality plans, action plans, highlighting improvements in the three first main processes towards the quality of the roof tiles, as well as the actions as responses to the 5W1H, the method applied in their development. To conclude, it is noticeable the several possibilities to improve the quality of the ecological roof tiles and therefore to add value to it.

**KEY-WORDS:** Management of solid waste, recycling quality management, PET Recycling in the building sector, roof tiles, building sector.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos domiciliares (materiais constituintes).....	38
Figura 2 - Código de cores dos resíduos sólidos recicláveis.....	51
Figura 3 - Simbologia para materiais recicláveis e reciclados.....	52
Figura 4 - Simbologia para materiais recicláveis diversos.....	53
Figura 5 - Simbologia para plásticos recicláveis.....	53
Figura 6 - Etapas simplificadas do processo de reciclagem mecânica do PET.....	59
Figura 7 - Materiais de plástico PET reciclado aplicados à construção civil.....	62
Figura 8 - Estrutura molecular linear.....	65
Figura 9 - Estrutura molecular ramificada.....	66
Figura 10 - Estrutura molecular cruzada.....	66
Figura 11 - Comportamento tensão-deformação para polímeros frágeis (curva A), plásticos ..... (curva B) e altamente elásticos (curva C).....	70
Figura 12 - Rotas de produção do PET.....	75
Figura 13 - Oito princípio do SGQ.....	101
Figura 14 - Modelo de um Sistema do Gestão da Qualidade baseado em processo.....	108
Figura 15 - A metodologia de gestão remete à estrutura sistemática do PDCA.....	119
Figura 16 - Primeira etapa do Planejamento da qualidade.....	120
Figura 17 - Segunda etapa do Planejamento da qualidade.....	122
Figura 18 - Terceira etapa do Planejamento da qualidade.....	123
Figura 19 - Quarta etapa do Planejamento da qualidade.....	125
Figura 20 - Estrutura organizacional da PE.....	153
Figura 21 - Fluxograma do processo de aquisição.....	154
Figura 22 - Matéria-prima em fardos.....	154
Figura 23 - Matéria-prima em fardos e big bags estocada.....	155
Figura 24 - Fluxograma do processo de reciclagem.....	156
Figura 25 - Seleção manual e visual do PET.....	157
Figura 26 - Garrafas entrando na pré-lavadora.....	157
Figura 27 - Pré-lavadora.....	158
Figura 28 - Na sequência, esteira, moinho, primeira lavadora.....	158
Figura 29 - Tanque de separação.....	158
Figura 30 - Separação por densidade.....	158
Figura 31 - Segunda lavadora, secadora.....	159
Figura 32 - Silo ensacador.....	159
Figura 33 - Matéria-prima transparente pós-consumo.....	160
Figura 34 - Matéria-prima verde pós-consumo.....	160
Figura 35 - Fluxograma do processo de injeção plástica.....	161
Figura 36 - Alimentador, ventoinha e canhão de amolecimento.....	162
Figura 37 - Funil, desumidificadora.....	162
Figura 38 - Retirada da telha do molde.....	163
Figura 39 - Acabamento da telha.....	163
Figura 40 - Produto estocado e empilhado.....	163
Figura 41 - Diagrama de causa e efeito processo de aquisição.....	167
Figura 42 - Diagrama de causa e efeito processo de reciclagem.....	168
Figura 43 - Diagrama de causa e efeito processo de transformação.....	168

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Enfermidades transmitidas por macro vetores e reservatórios.....	30
Quadro 2 - Classificação dos resíduos de serviços de saúde.....	40
Quadro 3 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.....	42
Quadro 4 - Normas técnicas relacionadas à resíduos sólidos.....	43
Quadro 5 - Histórico das discussões e ações relacionadas ao meio ambiente.....	45
Quadro 6 - Vantagens/desvantagens de processos de Tratamento e Destinação do Lixo.....	48
Quadro 7 - Classificação dos polímeros.....	63
Quadro 8 - Grupos funcionais dos polímeros.....	65
Quadro 9 - Nomes comerciais, características e aplicações típicas dos materiais plásticos.....	68
Quadro 10 - Solubilidade de alguns polímeros em solventes orgânicos.....	83
Quadro 11 - Características de uma Pequena Empresa.....	98
Quadro 12 - Características de uma Pequena Empresa quanto à implantação do SGQ.....	99
Quadro 13 - Nove passos para implementação da ISO 9000.....	100
Quadro 14 - Etapa D: Execução do ciclo PDCA.....	126
Quadro 15 - Etapa C: Verificação do ciclo PDCA.....	127
Quadro 16 - Etapa A: Atuação corretiva do ciclo PDCA.....	128
Quadro 17 - Empresas do Pólo Industrial de Manaus segundo área de domínio.....	130
Quadro 18 - Seção quatro da NBR ISO 9001.....	141
Quadro 19 - Seção cinco da NBR ISO 9001.....	142
Quadro 20 - Seção seis da NBR ISO 9001.....	143
Quadro 21 - Seção sete da NBR ISO 9001.....	144
Quadro 22 - Seção oito da NBR ISO 9001.....	145
Quadro 23 - Planejamento da qualidade.....	170

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo de sobrevivência (em dias) de microorganismos patogênicos.....	30
Tabela 2 - Composição gravimétrica do lixo na cidade de Manaus.....	34
Tabela 3 - Quantidade diária de lixo coletado (t/dia), segundo as grandes regiões.....	47
Tabela 4 - Propriedades físicas e químicas do PET.....	79
Tabela 5 - Exemplos de viscosidade intrínseca do PET para diferentes aplicações.....	80
Tabela 6 - Requisitos mínimos para processamento de flocos de PET pós-consumo.....	80
Tabela 7 - Receita Bruta Anual.....	97
Tabela 8 - Número de empregados, de acordo com o segmento do mercado.....	97
Tabela 9 - Propriedades que a telha ecológica pouco atende e/ou não atende. ....	139

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ABIPET	Associação Brasileira da Indústria do PET
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ASTM	Sociedade Americana de Ensaios de Materiais
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a reciclagem
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPLAST	Comissão Setorial de Resinas Termoplásticas da Abiquim
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
DMT	Dimetil tereftalato
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
ISO	International Organization for Standardization
MPE	Micro e pequena empresa
NBR	Norma Brasileira
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PE	Polietileno
PE	Pequena(s) Empresa(s)
PET	Polietileno Tereftalato
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PTA	Ácido tereftálico

PVC	Cloreto de polivinila
QUALIHAB	Programa da Qualidade na Construção Habitacional do Estado de São Paulo
SEMULSP	Secretaria Municipal de Limpeza Urbana
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas
SEBRAE-SP	Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas do Estado de São Paulo
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	26
1.1 A problemática dos resíduos sólidos.....	26
1.2 Resíduos Sólidos: definições e classificações.....	36
1.3 A reciclagem como forma de melhoria para a população.....	44
1.4 Resíduos de PET x reciclagem.....	55
2 O PLÁSTICO PET E SUA UTILIZAÇÃO.....	63
2.1 Conhecendo os polímeros e suas principais classificações.....	63
2.2 Breve histórico de obtenção da resina e definições.....	73
2.3 Características gerais do PET.....	75
2.3.1 Aspectos morfológicos.....	75
2.3.2 Principais propriedades x fatores determinantes.....	78
2.3.3 O PET reciclado como material de construção alternativo.....	84
3 GESTÃO DA QUALIDADE COMO FERRAMENTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	88
3.1 A importância da qualidade no setor da construção civil.....	88
3.2 ISO 9001: 2000 – Contexto para a competitividade.....	93
3.3 Gestão da Qualidade na Pequena Empresa.....	96
3.4 Pontos relevantes para implantação da ISO na Pequena empresa.....	100
3.4.1 Princípios de Gestão da Qualidade.....	101
3.4.2 O Ciclo PDCA.....	107
3.4.2.1 Planejamento do Ciclo PDCA.....	110
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	117
4.1 Apresentação do modelo proposto.....	118
5 RESULTADOS.....	129
5.1 Conhecendo a PE.....	131
5.2 Entendendo a ISO.....	146
5.3 Comprometimento da direção.....	149
5.4 Planejar para a qualidade.....	152
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	173
REFERÊNCIAS.....	176
APÊNDICE 1 - Entrevista estruturada aplicada à clientes da PE.....	181
APÊNDICE 2 - Questionário de múltipla escolha à nível gerencial para verificação dos conhecimentos de conceitos da qualidade.....	182
APÊNDICE 3 - Questionário de múltipla escolha à nível operacional para verificação dos conhecimentos de conceitos da qualidade.....	184
APÊNDICE 4 - Questionário para diagnóstico da situação atual x requisitos da norma ISO 9001:2000 aplicados ao representante da PE.....	186

## INTRODUÇÃO

O homem, desde suas primeiras atividades, gera resíduos com a utilização, transformação e modificação dos recursos naturais. A preocupação com a preservação surgiu do entendimento de que esses recursos não são renováveis, desta forma a história dos resíduos confundiu-se com a história do próprio homem.

Na realidade, o agravamento da situação ambiental teve início após a Revolução Industrial, uma vez que a tecnologia empregada melhorou as condições de vida na sociedade pré-moderna, contribuindo para o crescimento populacional, o qual gerou a necessidade de investimentos em novas técnicas de produção em massa, visando atender a demanda cada vez mais crescente de consumo (DIAS & MORAES FILHO, 2006).

De acordo com o Programa Bio Consciência de parceria do Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE com a Fundação do Banco do Brasil (2002), o acelerado processo de urbanização, aliado ao consumo crescente de produtos menos duráveis, e/ou descartáveis, provocou sensível aumento do volume e diversificação do lixo gerado e sua concentração espacial. Desse modo, o encargo de gerenciar o lixo tornou-se uma tarefa que demanda ações diferenciadas e articuladas, as quais devem ser incluídas entre as prioridades de todas as municipalidades.

Em relação ao lixo, as comunidades enfrentam atualmente grandes desafios, dentre os quais destacam-se: (1) Encontrar soluções ambientalmente seguras para os problemas decorrentes da geração do lixo em grandes quantidades; (2) Encontrar soluções para o lixo gerado em pequenas e médias comunidades com poucos recursos e; (3) Encontrar soluções para a relação água/lixo.



Segundo Santos *et al* (2002), várias soluções existem para o tratamento e destinação correta dos resíduos, infelizmente, em nosso país predominam métodos inadequados. Dentre as soluções destacam-se: a incineração, as usinas de triagem e compostagem, a reciclagem, os aterros controlados e aterros sanitários. Para John (2000, p. 28), além de ser uma opção em relação às demais, a reciclagem de resíduos apresenta várias vantagens *potenciais* do ponto de vista da sustentabilidade. A reciclagem é aquela que desperta o maior interesse na população, principalmente por seu forte apelo ambiental (IBAM, 2001, p. 113).

Segundo Andrade & Morais (2004), a partir da investigação arqueológica em depósito de resíduos sólidos na cidade de Mogi das Cruzes, os resíduos de maior impacto encontrados foram os resíduos plásticos com 61,49% na análise por composição de materiais, seguidos do papel 8,06%, matéria orgânica 6,04%, metais 5,69%, vidros 2,08% e outros 16,64%.

Os plásticos são tidos como grandes poluidores identificados no meio ambiente. Com destaque ao plástico Polietileno Tereftalato – PET, classificado como um plástico pertencente ao grupo dos termoplásticos, estes são encontrados em grandes quantidades pelo elevado crescimento das indústrias na produção de bebidas carbonatadas, principalmente na forma de garrafas de água e refrigerantes, representando 20% do material plástico jogado no lixo.

A Comissão Setorial de Resinas Termoplásticas da Abiquim - COPLAST em seu relatório anual, mostra o potencial do segmento de resinas termoplásticas no país através do consumo per capita de 26,09 kg em 2007, o que representa crescimento de 6,9% em relação ao ano anterior. O Brasil consumiu aproximadamente 432 mil toneladas de resina PET na fabricação de embalagens em 2007, de onde 53,5% das embalagens pós-consumo foram efetivamente recicladas, totalizando 231 mil toneladas neste mesmo ano.

O setor de reciclagem está no caminho do amadurecimento e melhor estruturado, isso aponta para maior possibilidade de crescimento sustentado, conforme conclusão do 4º Censo da Reciclagem do PET no Brasil realizado pela Associação Brasileira da Indústria do PET -

ABIPET em 2007/2008. Neste crescimento também encontram-se muitas empresas apostando no potencial de transformação dessa matéria-prima, em novos materiais aplicáveis principalmente na construção civil, reconhecida como grande consumidora de recursos naturais.

No caso da cidade de Manaus, os benefícios decorrentes da reciclagem, particularmente dos resíduos do plástico PET, são corriqueiramente mencionados pela direção da única empresa recicladora deste polímero e até o momento existente em nível local. Tal empresa, a título de informação, recebe cerca de 60 t/mês de material PET em suas diversas variações e os transforma em telhas plásticas (cobertura ecológica) aplicadas na construção civil. Setor este que, nos últimos anos, passou por grandes transformações.

Segundo Souza & Tamaki (2004), uma das razões que levaram o setor a promover mudanças na sua concepção global veio, sobretudo, da necessidade do mesmo melhorar sua imagem no país. Tais autores descrevem que a história do desenvolvimento da qualidade no setor da construção brasileira pode ser resumida da seguinte forma:

Na década de 1990, a imagem da construção civil no Brasil era a de um ramo de atividade pouco desenvolvido que empregava mão-de-obra pouco qualificada, praticamente não fazia uso de mecanização e automação e mantinha um índice de desperdício elevado, fatores que geravam produtos de má qualidade e com altos custos de manutenção ao longo da vida útil dos empreendimentos. O desempenho e a qualidade insatisfatória das obras muitas vezes levaram ao comprometimento da durabilidade das edificações, provocando a insatisfação dos clientes e dos consumidores finais (SOUZA & TAMAKI, 2004, p. 7).

Com a sensibilização do setor da construção civil brasileira, este tem buscado encontrar formas de melhoria para esse quadro, inclusive empregando novos materiais nos sistemas construtivos. Assim sendo, o uso de materiais reciclados a partir do aproveitamento de resíduos acabam por competir com os materiais feitos de matéria-prima virgem. Tais produtos, contudo, são inseridos desde que estejam em um patamar de qualidade aceitável no âmbito das empresas de construção que estão preocupadas com investimentos em novas tecnologias construtivas e em programas de gestão da qualidade total – promovidos em

grande parte por entidades setoriais, como os Sindicatos Patronais da Indústria da Construção - , além da busca pela qualificação evolutiva, de acordo com as diretrizes do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H, em nível nacional, e pela certificação International Organization for Standardization – ISO 9000, como reconhecimento internacional.

Na criação de um novo material, é importante salientar que, o fato de o produzirmos a partir de matérias-primas recicladas nos torna responsáveis pelo desempenho por ele obtido. O desenvolvimento do produto a partir do resíduo selecionado compreende as etapas de pesquisa laboratorial para o desenvolvimento de tecnologia básica, seguido do desenvolvimento da tecnologia aplicada que envolve o processo de produção e ferramentas de gestão e controle da qualidade (JOHN, 2000).

Podemos inferir que, as indústrias no Brasil, bem como em diversos países, buscam novas metodologias e tecnologias, que visam o aproveitamento total da matéria-prima com finalidade a atender às condições exigidas ao produto final.

Neste contexto, a preocupação com a qualidade dos produtos abrange todos os seguimentos da cadeia de materiais recicláveis, principalmente a construção civil, onde o processo de avaliação é mais rigoroso, pois passa pela observação do material dentro da própria indústria, durante a comercialização e depois quando aplicado no empreendimento a ser entregue ao usuário.

A qualidade do produto final da construtora – a edificação – está associada diretamente ao projeto e ao resultado da produção, que será mais eficaz e eficiente quanto melhor for a sua gestão, tanto de recursos humanos, de processos e materiais.

Se observamos a proposta da norma PNBR 02:136.01: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 5: Coberturas, esta descreve uma relação de critérios de desempenho que a edificação deve possuir em um patamar global mínimo para

atender aos usos específicos de forma a integrar-se perfeitamente ao corpo das construções. Conforme a norma, as coberturas exercem funções muito importantes nas edificações, desde a contribuição para preservação da saúde dos usuários até a própria proteção do corpo da construção, interferindo diretamente na durabilidade dos demais elementos que a compõem.

O significado da palavra *desempenho* corresponde ao “comportamento em uso do produto, caracterizando-se o fato de que este deve apresentar certas propriedades para cumprir a função proposta quando sujeito à determinadas influências ou ações durante a sua vida útil. Essas ações que atuam sobre o edifício são chamadas condições de exposição”(GONÇALVEZ, 2003 *apud* PERALTA, 2006, p. 46). A avaliação do desempenho de um produto gera a necessidade de definição que devem ser satisfeitas em situações de uso corrente (PERALTA, 2006).

Peralta (2006, p. 41) descreve: “A normalização é fundamental, pois configura como tema estratégico, tendo impacto direto no desenvolvimento de novos produtos, podendo reduzir ou criar barreiras técnicas ao comércio”.

A importância da normalização se verifica na necessidade de adequação dos produtos dentro de um patamar de qualidade. Ela exerce um papel importante para o desenvolvimento do setor, pois estabelece regras para disciplinar desde a produção de um produto na indústria, sua relação de troca (compra e venda), até seu desempenho durante o uso, visando garantir o conforto, segurança e solidez ao usuário final das edificações. Assim, qualquer problema incorrido, ou mesmo com grande potencial de ocorrer, pode ser corrigido ou prevenido pela criação de uma norma técnica que contenha prescrições ou determinações para fabricação e desempenho, que atribuam ao produto final padrões de qualidade que protejam o usuário final, criando um ambiente propício para a isonomia competitiva em cada subsetor.

Elevar os padrões da qualidade do setor de edificações significa articular diversos agentes do processo - inclusive os fabricantes de materiais – e comprometê-los com a

qualidade de seus processos e produtos parciais e com a qualidade do produto final, cujo objetivo é satisfazer às necessidades do usuário.

A empresa em estudo, classificada como Pequena Empresa – PE, segundo SEBRAE (2004 *apud* RAMPASSO, 2006), está inserida no setor por fabricar material de construção. Dentre suas características peculiares, produz telhas de PET (telhas ecológicas) a partir da reciclagem e transformação por injeção plástica deste tipo de resíduo plástico.

**As telhas de PET, produzidas em Pequena Empresa de reciclagem, acabam por competir com outras empresas do setor em porte e em qualidade de seus produtos. Essas empresas, muitas vezes de grande porte, fabricam seus produtos com matéria-prima virgem, sendo elas principalmente barro, fibrocimento, metal ou até mesmo plástico. Contudo, como tornar possível esta concorrência?**

Uma hipótese se faz necessária. Para esta realidade tornar-se possível dentro da Pequena Empresa de reciclagem, é necessário fazermos uso de sistemas da qualidade, cujo propósito é assegurar que seus produtos e seus diversos processos satisfaçam às necessidades dos usuários e às expectativas dos clientes internos e externos. Afinal, os melhoramentos provenientes dos sistemas de gestão da qualidade não se restringem somente às empresas construtoras. Todos os agentes da cadeia produtiva da construção – incorporadoras, projetistas, instituições financeiras, órgãos contratantes de projetos e obras, laboratórios de controle tecnológico, fornecedores de mão-de-obra e fabricantes de materiais – procuram se adequar a essa nova realidade do mercado da construção, ressaltando-se entre eles os segmentos que englobam os fabricantes de materiais de construção, que foram os mais afetados pelas transformações do setor, já que fornecem recurso essencial para a construção. A qualidade do produto final, o empreendimento concluído, depende também da qualidade dos materiais empregados na sua confecção.

Quando tratamos de qualidade na construção civil, conforme o Centro de Tecnologia de Edificações - CTE no livro *Gestão de Materiais de Construção*, destacamos que,

A história do desenvolvimento da qualidade no setor da Construção Civil brasileira pode ser associada à história de como as organizações se adaptaram ao novo cenário econômico do País, caracterizado pela alta competitividade. Algumas organizações não se adaptaram, outras mudaram de atividade, enquanto que as organizações que entenderam e aceitaram as mudanças do mercado – e, acima de tudo, investiram no desenvolvimento do seu processo produtivo, com a racionalização de processos em obras, qualificação da mão-de-obra, desenvolvimento de sistema de gestão da qualidade e atendimento ao cliente – efetivamente prosperaram dentro deste mercado competitivo que hoje exige preço, qualidade e bom atendimento. (SOUZA,Roberto; TAMAKI,M. Roberto, 2004, p.13)

As aplicações das ferramentas dos Sistemas de gestão da qualidade podem ser assistidas em qualquer dos produtos que envolvam materiais de construção. Há alguns anos era discutido nos Anais do Congresso Internacional de Normalização e Qualidade, Sistemas da Qualidade para empresas de Artefatos de Cimento, em cujo artigo de autoria do engenheiro Egydio Hervé Neto, discorre a implantação de sistemas da qualidade como garantia para qualidade de seus produtos junto ao mercado, em respeito à lei do Código de Defesa do Consumidor, que, além de melhorarem seus resultados econômicos, pelo aumento da eficiência na produção gerava conseqüente crescimento da boa imagem do produto. Similar a este, está o artigo Programa de Garantia da Qualidade de Esquadrias de PVC Rígido, da consultora Vera da Conceição Fernandes, inserido no contexto da busca da qualificação de componentes visando a melhoria do desempenho e durabilidade dos edifícios, constituindo-se em uma experiência piloto para a tarefa essencial de adaptação de requisitos genéricos de garantia da qualidade às especificidades de uma indústria de produtos de construção civil: janelas de PVC rígido, do mesmo Congresso Internacional.

No que diz respeito à Sistemas de Qualidade, segundo Mello *et al* (2002), Sistemas de Gestão refere-se a tudo o que a organização faz para gerenciar seus processos ou atividades. Em pequenas organizações, provavelmente não exista um sistema, apenas uma forma de fazer as coisas, e essa forma na maioria das vezes não está documentada, mas na cabeça do proprietário ou do gerente. Quanto maior a organização, e quanto mais pessoas estão

envolvidas, maior a possibilidade de existirem alguns procedimentos, instruções, formulários ou registro de documentos.

As normas de sistema de gestão fornecem à organização um modelo a seguir para preparar e operar seu sistema de gestão. Esse modelo incorpora as características que especialistas da área concordaram que representam o estado-da-arte. Um sistema de gestão que segue o modelo, ou se ajusta a norma, é implementado com base no estado-da-arte das práticas da organização. As normas de sistema de gestão da ISO tornam essas práticas de sucesso disponíveis para todas as organizações.

Quando uma organização adota a norma ISO 9001:2000, ela deve esforçar-se para satisfazer a seus clientes e melhorar continuamente seu sistema de gestão da qualidade. A melhoria contínua é um processo de aumento da eficiência da organização para cumprir a política e os objetivos da qualidade (MELLO *et al*, 2002).

A demanda por qualidade tem motivado a comunidade de software para o desenvolvimento de modelos para qualidade de software. Estes modelos estão orientados por duas visões: visão de processo e visão de produto (TSUKUMO, 1997). O conceito de qualidade abrange todas as áreas de conhecimento em comum acordo, a qualidade do produto depende da qualidade do processo.

Neste contexto o trabalho proposto tem por objetivo geral:

- Desenvolver modelo de gestão da qualidade para a identificação de melhorias na reciclagem de plástico do tipo PET para produção de telhas plásticas visando o controle da qualidade do material a ser empregado na construção civil.

E objetivos específicos:

- Diagnosticar a situação atual da empresa quanto aos processos que envolvem a produção da telha de PET;
- Mapear as etapas dos processos de produção da telha de PET;

- Desenvolver modelo baseado na ISO 9001:2000 com foco na melhoria dos processos de realização do produto identificados;
- Descrever os planos de ação para aplicação do modelo ao longo dos processos de produção.

Para o alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa, foram desenvolvidos os seguintes capítulos da presente dissertação.

*Capítulo 1 – Considerações gerais sobre resíduos sólidos:* É dedicado ao estudo dos problemas relacionados aos resíduos sólidos no Brasil e no município de Manaus, sua definição e classificações, com destaque ao resíduo de PET e a problemática gerada por ele. A reciclagem é apresentada como sua melhor destinação frente aos tratamentos existentes, bem como suas contribuições ambientais, sociais, culturais e econômicas para o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população como um todo. Discorrendo ainda a respeito da realização do processo de reciclagem e suas etapas afins.

*Capítulo 2 – O plástico PET e sua utilização:* Trata do conhecimento dos polímeros em geral, inclusive o PET. Descreve a obtenção da resina PET, as características do material transformado e sua morfologia, que dão origem às propriedades de cada tipo de PET existentes, assim como os fatores que durante sua transformação determinam e contribuem diretamente para obtenção de suas propriedades finais e propriedades do material reciclado. É realizada uma explanação de alguns materiais já aplicados na construção civil confeccionados a partir de PET reciclado.

*Capítulo 3 – Gestão da qualidade com ferramenta na construção civil:* É dedicado à contribuição da Gestão da qualidade para o setor da construção civil, como iniciou e a importância atual da gestão da qualidade para todas as empresas que fornecem produtos e serviços para o setor. A norma ISO 9001:2000 é apresentada como um modelo de



competitividade para empresas de todos os portes e tipos de atividades, bem como para pequenas empresas e suas peculiaridades. São conhecidos os princípios que fundamentam a ISO 9001:2000, com enfoque no conhecimento do princípio de melhoria contínua proposto pelo ciclo PDCA, em maior abrangência a etapa *PLAN* (Planejamento), como instrumento de controle gerencial e diferencial para o alcance de melhores resultados, agregando valores a Pequena Empresa.

*Capítulo 4 – Procedimentos Metodológicos:* No capítulo presente, descrevemos os tipos de pesquisa abrangidas segundo os propósitos desta dissertação, com fundamentações teóricas e práticas de embasamento. Apresentamos um modelo para a gestão da qualidade em Pequena Empresa que recicla garrafas de plástico PET e as transforma em telhas por processo de injeção, cuja metodologia está objetivada na elaboração de planos da qualidade, ou seja, planejamento de melhorias aos principais processos relacionados diretamente com a qualidade do produto, a partir de esforços de conscientização e mobilização de todos os envolvidos.

*Capítulo 5 – Resultados:* Para a construção deste capítulo, as informações levantadas englobam respostas às etapas: Conhecendo a PE, Entendendo a ISO, Comprometimento da direção e Planejar para a qualidade. Contudo, os principais resultados da etapa conhecendo a PE revelam as características e desafios da PE, a necessidade do cliente, o conhecimento dos colaboradores em relação à qualidade e as ações da PE voltadas para a qualidade. A etapa Entendendo a ISO, descreve as ações com o objetivo de motivar os clientes internos pelo conhecimento de atividade da empresa e dos conceitos da qualidade. Assim como, o comprometimento da direção confirma a contribuição da direção da PE com as ações voltadas para a qualidade. E por fim, o planejamento da qualidade contou com a colaboração de todos os clientes internos com importantes contribuições de melhoria para a Pequena Empresa.

*Capítulo 6 – Conclusões e Recomendações:* É dedicado as principais conclusões e recomendações da pesquisa. No entanto, estamos diante de inúmeras oportunidades

aperfeiçoando os processos que envolvem a produção de um determinado produto, principalmente quando tratamos de um resíduo sólido pelos benefícios embutidos no mesmo. A melhoria de suas propriedades, procurando atingir a qualidade pela melhoria contínua dos processos de confecção do produto, revela um material competitivo com os demais materiais de construção do setor de coberturas.

# 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

## 1.1 A problemática dos resíduos sólidos

A natureza e tudo o que nela existe é belo aos olhos dos homens. Como é agradável ver e sentir uma cachoeira de águas límpidas e refrescantes, ouvir o som de suas muitas águas, sentir a brisa e o cheiro da flora pertencente às matas ainda intocáveis, o som dos pássaros ao amanhecer e os ruídos ao anoitecer, poder contemplar todas as belezas que a natureza oferece. Estes são privilégios que têm sido cada vez menos usufruídos pelos seres vivos.

Ao ser entrevistado para a reportagem “Mudanças climáticas globais”, o matemático, físico e químico Prakki Satyamurty, apanhou uma caneca de porcelana de cima da mesa, pediu licença e se dirigiu a um bebedouro no corredor do prédio do Programa LBA, no campus 2 do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Abasteceu a caneca, tomou uma pouca de água e tornou a enchê-la, para só então voltar à sala. No bebedouro, a seguinte mensagem: “Seja ecologicamente correto. Traga sua caneca! Extinção aos copos plásticos! A natureza agradece”. Para os visitantes, outra mensagem: “Retire seu copo na secretaria”(Revista Amazonas faz Ciência FAPEAM, 2007, p. 25).

Para início de conversa, Prakki Satyamurty explicou que a frase no bebedouro é exemplo de como as pessoas podem adotar medidas simples para contribuir com a sustentabilidade do planeta:

Copo descartável, além de ser altamente poluente e permanecer por muito tempo na natureza, é um produto industrial e, como tal, requer muita energia para ser fabricado. Mas a economia ou a extinção de copos plásticos é como uma gota d'água no oceano na discussão do aquecimento global e das mudanças climáticas globais. Diante das descobertas da ciência nas últimas décadas, a humanidade se vê obrigada a buscar novos caminhos para preservar a vida (Revista Amazonas faz Ciência FAPEAM, 2007, p. 25).

“A atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e sócio-econômicos afetando os recursos naturais e a saúde humana. Esses

impactos se fazem sentir nas águas, ar e solo e na própria atividade humana” (FNS, 1999 *apud* PEQUENO, 2002, p.1).

A constatação que se faz necessária é que todos os recursos da Terra, como minério, o solo e a água, não aumentam ou então demoram milhares de anos para se formarem, e que todas as pessoas do planeta necessitam atender às suas necessidades básicas como comer, beber, vestir, produzir instrumentos, entre outros, utilizando-se desses recursos. Por mais avançada que a tecnologia possa ser, ainda não se conseguiu produzir nada que se consome no planeta sem utilizar-se dos recursos naturais (LOPES, 2006, p. 24).

Para Lopes (2006, p. 14), “tais recursos não renováveis no tempo da produção como os derivados de petróleo, minérios e recursos da biodiversidade (especialmente os recursos florestais) ainda são principais matrizes energéticas e produtivas”.

O pesquisador Paulo Artaxo defende a idéia de que a humanidade como um todo precisa encontrar meios de desenvolvimento econômico que sejam ambientalmente sustentáveis:

Isso significa uma forte redução nas emissões de carbono pelos países desenvolvidos, principalmente no setor industrial. Uma redução no padrão de consumo e de combustíveis fósseis em países desenvolvidos é essencial. O grande problema, no entanto, é convencer os países ricos e as grandes corporações a mudar sua matriz energética, uma vez que a indústria contribui com a maior fatia de poluição atmosférica pela queima de combustíveis fósseis (Revista Amazonas faz Ciência FAPEAM, 2007, p. 25).

O reverso das inovações criadas pela sociedade da produção é a deterioração do planeta e o surgimento da sociedade de risco. Claro que há milhares de anos convivemos com os riscos decorrentes dos fenômenos naturais como terremotos, furacões, enchentes, incêndios florestais e deslizamentos de terra, mas com a organização da sociedade no tempo da produção houve uma potencialização dessas catástrofes naturais (GARCIA-TORNEL, 2002 *apud* LOPES, 2006, p.24). A preservação da natureza foi vista de forma geral como antagonica ao desenvolvimento. Neste contexto, “a preservação da natureza significou a criação de parques, áreas especiais destinadas a preservação de amostras da natureza para as gerações futuras, evitando-se a extinção de espécies” (CARNEIRO *et al*, 2001, p. 28).

“Nunca é demais lembrar que a Terra é uma só, que é finita, que as dificuldades de exploração dos recursos naturais aumentam com a exaustão das fontes mais acessíveis e que existe um limite para absorver a enorme quantidade de resíduos produzida pelas atividades humanas” (BRANDÃO, 1989, p. 11).

O crescimento populacional demanda um aumento do uso de reservas do planeta, da produção de bens e conseqüentemente da geração de resíduos. Éramos em 1925, aproximadamente dois bilhões de pessoas que se triplicaram em apenas uma geração. Hoje, em pouco mais de 80 anos, somamos mais de 6 bilhões em todo o planeta (LOPES, 2006). Se estimarmos que cada ser humano produz 1kg de lixo por dia, então produzimos diariamente 6 bilhões de kg de lixo por dia. “Atrelado a isto, vem o aumento da poluição do solo, das águas (subterrâneas e de superfície) e do ar, levando a um contínuo e acelerado processo de deterioração de nosso ambiente, com uma série de implicações na qualidade de vida de seus habitantes e nos seus bens naturais” (PEQUENO, 2002, p.1).

Uma das tendências que marcaram o século XX foi a concentração da população em áreas urbanas:

No Brasil, por exemplo, se a primeira metade do século a população urbana nunca passou de 36% (atingido em 1950), o censo de 1970 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) mostrava esta inversão: 56% dos brasileiros habitavam as cidades. No censo de 1980 já correspondia a 67% da população e em 1995 à cerca de 75%. Esses dados acabam por sustentar as estimativas da ONU de que, em 2025, o planeta será habitado por 8 bilhões de pessoas, e desse total, se persistir a tendência de migração para as cidades nos países em desenvolvimento, mais de 5 bilhões de pessoas morarão em áreas urbanas (LOPES, 2006, p.13).

Conforme dados do CEMPRE (2002), as grandes cidades, densamente ocupadas e conurbadas, que no Brasil hoje já compõe 17 regiões Metropolitanas, apresentam problemas semelhantes que desconhecem os limites municipais, como: a escassez ou inexistência de áreas para disposição final do lixo; os conflitos de usos do solo, com a população estabelecida no entorno das instalações de tratamento, aterros e lixões; a exportação de lixo a municípios

vizinhos, gerando resistências; os lixões e aterros operados de forma inadequada, poluindo recursos hídricos.

Segundo Baudrillard (2005 *apud* DIAS & MORAIS FILHO, 2006, p.6), a adoção de um modelo de consumo, em que se valoriza a propriedade de bens, também contribuiu para o aumento da produção de resíduos:

À nossa volta, existe hoje uma espécie de evidência fantástica do consumo e da abundância, criada pela multiplicação dos objectos, dos serviços, dos bens materiais, originando como que uma categoria de mutação fundamental na ecologia da espécie humana. Para falar com propriedade, os homens da opulência não se encontram rodeados, como sempre acontecera, por outros homens, mas mais por objectos.

Entretanto, a problemática dos resíduos sólidos está diretamente ligada à explosão populacional e de consumo sempre crescente, que por sua vez está associada à falta de incentivos à coleta seletiva, a redução, a reutilização e a reciclagem, assim como, também à escassez de área para disposição dos resíduos sólidos propiciando o aumento descontrolado destes rejeitos presentes no meio ambiente. “Desse modo, o encargo de gerenciar o lixo tornou-se uma tarefa que demanda ações diferenciadas e articuladas, as quais devem ser incluídas entre as prioridades de todas as municipalidades” (CEMPRE, 2002, p.8)

“Os lixões e aterros sanitários começaram a receber diariamente um volume de lixo muito maior, com toneladas e mais toneladas de latas e garrafas de refrigerantes, embalagens longa vida, garrafas plásticas, lâmpadas, pilhas e baterias de celulares, tornando insuficiente o serviço de coleta prestado pelo Poder Público” (DIAS & MORAIS FILHO, 2006, p.12).

A falta ou inadequação de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico, sendo uma questão de máxima relevância na transmissão de um grande conjunto de doenças, tais como a dengue e leptospirose (MINAYO, 1995 *apud* PEQUENO, 2002). “Em função da oferta de alimento, abrigo e água, macro vetores como urubus, ratos, baratas e mosquitos encontram no acúmulo descontrolado de resíduos o ambiente propício à sua participação nos ciclos das doenças” (PEQUENO, 2002, p. 4). Bem como, os microorganismos, a contaminação da biota, a poluição visual e sonora, a

desvalorização imobiliária, a descaracterização paisagística e o desequilíbrio ecológico, etc. No quadro 1 e tabela 1, respectivamente estão algumas enfermidades relacionadas aos resíduos sólidos transmitidas por macro vetores e microorganismos.

VETORES	FORMA DE TRANSMISSÃO	ENFERMIDADES
Rato e pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose, Peste bulbônica, Tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifóide, Cólera, Amebíase, Disenteria, Giardíase, Ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária, Febre amarela, Dengue, Leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifóide, Cólera, Amebíase, Giardíase
Gado e porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase, Cisticercose
Cão e gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

Quadro 1 - Enfermidades transmitidas por macro vetores e reservatórios.  
FONTE: Barros *apud* Pequeno, 2002.

MICROORGANISMOS	DOENÇAS	TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA NOS RESÍDUOS SÓLIDOS (DIAS)
<b>Bactérias</b>		
Salmonella typhi	Febre tifóide	29 - 70
Salmonella Paratyphi	F. paratifóide	29 - 70
Salmonella sp	Salmoneloses	29 - 70
Shigella	Disenteria bacilar	02 - 07
Coliformes fecais	Gastroenterites	35
Leptospira	Leptospirose	15 - 43
Mycobacterium tuberculosis	Tuberculose	150 - 180
Vibrio cholerae	Cólera	1 - 13
<b>Vírus</b>		
Enterovirus	Poliomielite (Poliovirus)	20 - 70
<b>Helmintos</b>		
Ascaris lumbricoides	Ascaridíase	2000 - 2500
Trichuris trichiura	Trichiuríase	1800
Larvas de ancilóstomos	Ancilostomose	35
Outras larvas de vermes	-	25 - 40
<b>Protozoários</b>		
Entamoeba histolítica	Amebíase	08 - 12

Tabela 1 - Tempo de sobrevivência (em dias) de microorganismos patogênicos.  
FONTE: In Lima *apud* Pequeno, 2002.

Além dos grandes depósitos oficiais de resíduos, deve-se destacar a ocorrência de pequenos e “móveis” depósitos clandestinos:

Esses depósitos – na maior parte dos casos – estão localizados em regiões distantes e pouco urbanizadas, sendo sua vida útil condicionada à ação dos órgãos competentes: ação esta muitas vezes impulsionada por denúncias da população vizinha, de ONGs ou da mídia. Os depósitos clandestinos oferecem riscos ao equilíbrio ambiental e à saúde humana uma vez que não se conhece a natureza dos resíduos depositados, sendo que muitos desses resíduos podem conter substâncias com potencial de causar sérios danos aos sistemas vivos (SISINNO, 2002, p. 13).

A adequada destinação dos resíduos sólidos é um dos grandes desafios da humanidade. E, no caso do Brasil, o desafio é ainda maior, pois poucos são os casos de destinação correta dos resíduos sólidos, estimando-se que 64% dos 5.561 municípios brasileiros depositem os seus resíduos urbanos em lixões a céu aberto (DIAS & MORAIS FILHO, 2006).

Segundo Santos (*et al*, 2002, p. 139), “o acelerado processo de crescimento urbano e demográfico experimentado pela cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, notadamente a partir da criação da Zona Franca (1967), agravou a problemática dos resíduos sólidos”. Sua população atualmente (2007) é estimada em cerca de 1.646.602 habitantes e sua produção *per capita* do lixo é de, em média, 1kg/hab.dia, o que gera em torno de 1.500 toneladas/dia de resíduos, aos quais incluem-se os hospitalares, entulhos, podas de árvores, capinação, varrição e o lixo do Distrito Industrial. Mas, com todo esse lixo produzido, de acordo com IBAM (2001, p.2) “algumas cidades, especialmente nas regiões Sul e Sudeste – como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba - , alcançam índices de produção mais elevados, podendo chegar a 1,3kg/hab./dia, considerando todos os resíduos manipulados pelos serviços de limpeza urbana” (domiciliares, comerciais, de limpeza de logradouros, de serviços de saúde e entulhos).

Para Mafra (2008) em Manaus, este problema está atrelado ao crescimento econômico da cidade, ao movimento migratório e ao crescimento desordenado de bairros populares e sem infra-estrutura e que comprometem o meio ambiente urbano.

Apesar desse quadro, a coleta de lixo é o segmento que mais se desenvolveu dentro do sistema de limpeza urbana e o que apresenta maior abrangência de atendimento junto à população, ao mesmo tempo em que é a atividade do sistema que demanda maior percentual



de recursos por parte da municipalidade (IBAM, 2001, p. 3). Para Farias (2005 *apud* MAFRA, 2008, p. 2) o custo mensal da administração dos resíduos em Manaus é de mais de 2,5 milhões de reais. Conforme o autor, esta é uma cifra que pode parecer pequena comparada a certos orçamentos públicos mas imensa para administrar problemas de origem cultural.

A maioria dos municípios do Amazonas possui grande potencial para o turismo:

No entanto, lagos, igarapés, e igapós próximos às sedes dos municípios e vilas já estão parcialmente poluídos, por servirem de depósitos de resíduos sólidos, dada à inexistência, nesse Estado, de um sistema eficaz para o gerenciamento do lixo. Este é um dos problemas que vêm se agravando [...]. Por outro, o substancial volume de água dos rios locais e, principalmente, a falta de conscientização dos seus habitantes talvez explique a despreocupação com a questão do lixo. Ainda hoje, pela ausência da necessária educação ambiental, as populações ribeirinhas jogam o seu “lixinho doméstico” no leito dos cursos d'água (SANTOS *et al*, 2002, p. 15).

De acordo com a Secretaria Municipal de Limpeza Urbana - SEMULSP, uma característica marcante da cidade de Manaus é a existência de inúmeros igarapés e córregos que cruzam toda a extensão urbana e rural da cidade. Durante este ano, um total de 2.808,12 toneladas de resíduos foram retirados e uma extensão de 121km foi coberta. Este trabalho permitiu uma redução significativa na incidência de casos de malária em Manaus (FVS, 2007).

Dentre os serviços oferecidos pelo município de Manaus, a coleta de lixo, é a principal atividade de limpeza pública desenvolvida:

Em 2007 foram recolhidas 884.938,098 toneladas de resíduos sólidos urbanos, média diária de 2.424 toneladas por dia (t/dia). Cerca de 63.5 toneladas a mais do que o mesmo período de 2006, o que representa um acréscimo de 7,72% em relação ao ano anterior, atribuído à expansão do atendimento, à eliminação de focos de lixo clandestino e, provavelmente, à modificação no padrão de consumo, o qual é influenciado por aquecimento econômico, entre outras variáveis. A coleta domiciliar participou com quase 60% do lixo coletado, seguido da remoção mecanizada com 23% (PMM, 2008).

Nos três últimos anos, em busca de soluções para o problema do lixo no município, novos equipamentos foram adquiridos possibilitando uma melhoria na qualidade do serviço e maior capacidade de atendimento das demandas. O município possuía um lixão a céu aberto, após a sua organização e recuperação conta agora com um aterro controlado significando uma

redução da carga poluidora gerada. Segundo PMM (2008) outras iniciativas do setor realizadas na cidade de Manaus podem ser descritas:

- Programa de compostagem, o qual desde sua implantação em 2005, já produziu 1.931 toneladas de composto orgânico;
- Coleta seletiva, que vêm sendo praticada a 7 anos, mas sofreu um reestruturação somente em 2005. Desde então, alcançou um aumento de 165% no serviço em 2007, sendo que o índice de recuperação de materiais recicláveis subiu de 0,07% para 0,16%;
- Inclusão social de catadores de resíduos recicláveis, marcando a consolidação da organização de catadores do aterro no ano de 2007;
- Ponto de entrega voluntária - PEV de recicláveis, desde que foi implantado o primeiro PEV, em outubro de 2006, estes já arrecadaram 44.728 toneladas de resíduos;
- Educação Ambiental, em 2007 foram atendidas 39 escolas e mais 10.266 pessoas participaram das atividades nas escolas do município. Em 2008, um total de 8.884 casas foram visitadas para orientação e coleta.

Apesar dos avanços municipais relacionados aos resíduos, boa parte destes ainda continuam sem aproveitamento. A tabela 2 nos mostra a composição gravimétrica do lixo na cidade de Manaus no ano 2002. Atualmente, a quantidade do lixo gerada é bem maior, o que quer dizer que estamos tratando de valores ainda maiores, mas, a usaremos como base para realidade manauara.

COMPONENTES	PESO (%)
Papel e papelão	18,94
Plásticos	8,62
Pano e estopa	2,56
Metais	4,31
Couro e borracha	0,53
Vidro	2,18
Madeira	2,93
Matéria orgânica	58,69
Pedra	1,24
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Tabela 2 - Composição gravimétrica do lixo na cidade de Manaus.  
 FONTE: Santos *et al*, 2002.

Quando comparamos, o programa de compostagem, em praticamente 3 anos, produziu 1.931 toneladas de composto orgânico. Em 2007, foram recolhidas 884.938,098 toneladas de resíduos, dos quais aproximadamente 58,69% é matéria orgânica, correspondente à 519.370,170 toneladas para 1 ano. Desta forma, de acordo com dados anteriores, ainda temos muita matéria-prima para produção de composto orgânico que não está sendo aproveitada.

Com a coleta seletiva não é diferente, se considerarmos os materiais de maior composição gravimétrica como papel e papelão, plástico e metal como recicláveis, a somatória destes corresponde à 31,87%, ou seja, para um ano a matéria-prima reciclável é de aproximadamente 282.029,771 toneladas, dos quais 0,16% correspondem a somente 4.512,460 toneladas recuperadas. Contudo, com os PEV's foram recuperadas 44.728 toneladas de materiais recicláveis, o que, somando com o valor recuperado com a coleta seletiva, corresponde a um total de 49.240,460 toneladas, equivalente a apenas 17,49% de material reciclável aproveitado.

Essas informações nos indicam que o potencial de crescimento para esses segmentos é considerado relevante na cidade de Manaus. Há muito a ser recuperado e transformado,

abrindo um leque de ações individuais para empresas que desejam trabalhar com a transformação de resíduos e a utilização destes como matéria-prima para seus produtos.

A responsabilidade pelas consequências da disposição indevida dos resíduos sólidos no meio ambiente não deve ser restrita. Apesar disso, afirmam Dias & Morais Filho (2006), tem prevalecido o entendimento de que cabe apenas ao Poder Público, principalmente, municipal, a destinação adequada dos resíduos sólidos produzidos em seu território, tanto que existem centenas de ações judiciais visando compelir os municípios a implantar programas de coleta seletiva ou a construir aterros sanitários, usinas de reciclagem e compostagem, incineradores, tudo para destinar resíduos sólidos sem causar danos ao meio ambiente.

O art. 2º do Código Ambiental do Município de Manaus define:

- A Política Municipal do Meio Ambiente é orientada pelos seguintes princípios gerais:
- I. o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a obrigação de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações;
  - II. a otimização e garantia da continuidade de utilização dos recursos naturais, qualitativa e quantitativamente, como pressuposto para o desenvolvimento sustentável;
  - III. a promoção do desenvolvimento integral do ser humano.

A negligência ao apelo da problemática do lixo toma a cada dia dimensões de milhões de toneladas. Nossas atitudes individuais podem parecer pequenas, mas influenciam pessoas ao nosso redor, principalmente nossos familiares e amigos. Quando olhamos a questão do lixo de forma séria, é impossível cultivarmos o comportamento de uma sociedade irresponsável.

Somos responsáveis por nossos atos, a consciência do exercício da cidadania é um grande desafio. Quando lemos na Política Municipal do Meio Ambiente, “a promoção do desenvolvimento integral do ser humano”, isto quer dizer, a conquista do conhecimento, consciência e exercício para práticas responsáveis.

Não há mais espaço para a cobrança de direitos sem que se assumam responsabilidades (CEPAM, 1999, p. 191).

## 1.2 Resíduos Sólidos: definições e classificações

Sejam lixo ou resíduo, ambas as palavras provém de termos em latim. Significando para o termo *lix*, cinza ou lixívia, e para *residuum* aquilo que resta de qualquer substância. Conforme Andrade (2006, p.30), “o adjetivo sólido foi adicionado posteriormente para distinguir os resíduos dos efluentes líquidos ou gasosos, tornando comum e mais técnico, nos referirmos à palavra lixo como sendo um resíduo sólido”.

A descrição mais comumente usada para definir resíduos sólidos, está de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT:

Resíduos em estado sólido ou semi-sólido que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes do sistema de tratamento de água, aqueles gerados por equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

IBAM (2001, p. 25) descreve: “resíduo sólido ou simplesmente lixo é todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato”.

Mas diferentemente de como pensamos, a relatividade de sua característica inservível nos dita o que devemos ou não considerar como lixo:

Aquilo que já não apresenta nenhuma serventia para quem o destaca, para outro pode se tornar matéria-prima para um novo produto ou processo. Nesse sentido, a idéia de reaproveitamento de lixo é um convite à reflexão do próprio conceito clássico de resíduos sólidos. É como se o lixo pudesse ser conceituado como tal somente quando da inexistência de mais alguém para reivindicar uma nova utilização dos elementos então descartados (IBAM, 2001, p.25).

A partir do entendimento de que resíduos são materiais descartados pelas atividades humanas, para classificá-los, vejamos inicialmente, quais atividades dão origem a eles e que riscos potenciais de contaminação podem trazer ao meio ambiente. Posteriormente,

apresentaremos algumas normas técnicas elaboradas pela ABNT, associadas diretamente aos resíduos sólidos.

Quanto às atividades, estas podem ser classificadas em:

- Atividades domésticas, o lixo é gerado nas casas, apartamentos, condomínios e demais edificações residenciais. Sendo compostos de materiais orgânicos (restos de alimentos) e inorgânicos (produtos deteriorados, embalagens em geral, papéis de jornais, revistas, higiênico) podendo conter alguns resíduos tóxicos (tintas, solventes, inseticidas, herbicidas, pilhas e lâmpadas fluorescentes). Em se tratando de pilhas (ou baterias) e lâmpadas fluorescentes, as primeiras têm como princípio básico converter energia química em energia elétrica utilizando metal como combustível; estas podem conter um ou mais dos seguinte metais: chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Ag), lítio (Li), zinco (Zn), manganês (Mn) e seus compostos. (IBAM, 2001). Para as segundas, as tais liberam mercúrio quando quebradas, queimadas ou enterradas em aterros sanitários. O mercúrio é tóxico para o sistema nervoso humano e, quando inalado ou ingerido, pode causar uma enorme variedade de problemas fisiológicos. As substâncias contidas nesses dois tipos de resíduos possuem características que as classificam como Resíduos Perigosos – Classe I, cuja classificação será visto neste mesmo capítulo (IBAM, 2001).

Outro resíduo que merece atenção especial são os pneus, que, dependendo da sua destinação geram vários problemas, inclusive ambientais. Estes, se dispostos em ambiente aberto, servem de local para proliferação de mosquitos; se encaminhados para aterros convencionais causam instabilidade pelo volume ocupado e; se destinados à unidades de incineração, sua queima em grande quantidade gera enormes quantidades de material particulado e gases tóxicos, necessitando de um sistema de tratamento específico (IBAM, 2001).

Uma classificação genérica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) em função dos grupos de materiais que o compõem pode ser vista na figura 1:

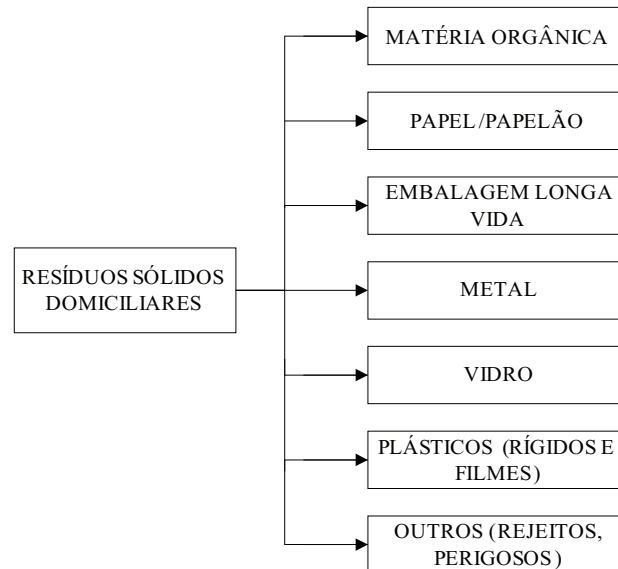


Figura 1 -Classificação dos resíduos sólidos domiciliares (materiais constituintes)  
 FONTE: MATOS, 2006, p.28.

- Atividades comerciais, o lixo é oriundo do comércio e do setor de serviços, sejam bancos, lojas, restaurantes, supermercados, etc. Dependendo do ramo de atividade, o lixo ali gerado pode conter grandes quantidades de materiais orgânicos, como por exemplo, restaurantes e bares, ou material inorgânico como papéis e plásticos de estabelecimentos bancários ou lojas em geral. “Nas atividades de limpeza urbana, o lixo de atividades domésticas e comerciais constituem o chamado domiciliar, que junto, com o lixo público, representam a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades” (IBAM, 2001, p.27).
- Atividades públicas, o lixo é originado dos serviços de limpeza urbana, especialmente os provenientes da varrição das ruas e coleta das lixeiras em locais públicos. Enquadram-se nessa categoria os resíduos provenientes da limpeza das praias, galerias, das podas e cortes de árvores e da limpeza de feiras livres. Muitas vezes é acrescentado a esses resíduos aqueles descartados irregularmente, em especial o entulho (LOPES, 2006). “O lixo público está diretamente associado ao aspecto

estético da cidade. Portanto, merecerá especial atenção o planejamento das atividades de limpeza de logradouros em cidades turísticas” (IBAM, 2001, p.28).

- Atividades de saúde e hospitalar, constituem a geração dos resíduos sépticos, ou seja, “aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, oriundo de locais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc” (CEMPRE, 2002, p. 29). Para melhor exemplificar, a Resolução CONAMA nº5, de 05 de agosto de 1993, define como geradores de resíduos sólidos de saúde (RSS), todos os serviços com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive:

Serviços de assistência técnica domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de saúde; serviços de acupuntura, serviços de tatuagem, dentre outros similares.

Cabe a cada estabelecimento a responsabilidade pelo gerenciamento interno dos resíduos. Para CEMPRE (2002, p. 237) “na maioria dos hospitais, escolas de medicina e outros produtores de resíduos de saúde ainda não se observam definições precisas, classificação, quantificação e análise do potencial de contaminação dos resíduos gerados, resultando em um gerenciamento inadequado”.

De forma a compreender todos os resíduos gerados nas instituições destinadas à preservação da saúde da população, a NBR 12.808 da ABNT citada por IBAM (2001), classifica-os de acordo com o quadro 2.



CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE		
Tipo	Nome	Características
<b>CLASSE A – RESÍDUOS INFECTANTES</b>		
A.1	Biológicos	Cultura, inóculo, mistura de microorganismos e meio de cultura inoculado provenientes de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por estes materiais.
A.2	Sangue e hemoderivados	Sangue e hemoderivados com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, bolsa de sangue para análise, soro, plasma e outros subprodutos.
A.3	Cirúrgicos, anatomopatológicos e exsudato	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais.
A.4	Perfurantes e cortantes	Agulha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
A.5	Animais contaminados	Carcaça ou parte de animal inoculado, exposto a microorganismos patogênicos, ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com estes.
A.6	Assistência a pacientes	Secreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições.
<b>CLASSE B – RESÍDUOS ESPECIAIS</b>		
B.1	Rejeitos radioativos	Material radioativo ou contaminado com radionuclídeos, proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia.
B.2	Resíduos farmacêuticos	Medicamento vencido, contaminado, interdito ou não utilizado.
B.3	Resíduos químicos perigosos	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico.
<b>CLASSE C – RESÍDUOS COMUNS</b>		
C	Resíduos comuns	São aqueles que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública.

Quadro 2 - Classificação dos resíduos de serviços de saúde.

FONTE: IBAM, 2001, p. 32.

- Atividades de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários, os resíduos deste tipo de atividade humana são gerados pelo consumo dos passageiros nos veículos e aeronaves que constituem basicamente materiais de higiene, asseio pessoal e restos de alimentos. São do tipo sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos e podem hospedar doenças de outras cidades ou países (CONSONI, 2001 *apud* LOPES, 2006, p. 36). A transmissão de doenças pode se dar através de cargas eventualmente contaminadas, tais como animais, carnes e plantas.

- Atividades industriais, tais atividades, são a maior geradora de resíduos considerados tóxicos ou perigosos. Elas dão origem a resíduos com características diversificadas que dependem diretamente do tipo de produto que está sendo fabricado, sua qualidade e quantidade. Por se tratarem na maior parte de produtos químicos, como ácidos, mercúrio, chumbo, dióxido de enxofre, berílio, etc, sua coleta, tratamento e destinação final são de responsabilidade do gerador que muitas vezes a negligencia, contaminando principalmente córregos e igarapés mais próximos, bem como causando o acúmulo clandestino destes resíduos. Adota-se a NBR 10.004 da ABNT para se classificar os resíduos industriais: Classe I (Perigosos), Classe II (Não-Inertes) e Classe III (Inertes), que veremos com mais detalhe a seguir.
- Atividades agrícolas, incluem os resíduos das atividades agrícola e pecuária, como restos de embalagens impregnadas com pesticidas e fertilizantes químicos, defensivos agrícolas, rações, restos de colheita, etc. De acordo com Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM (2001, p.31), “o manuseio destes resíduos segue as mesmas rotinas e se utiliza dos mesmos recipientes e processos empregados para os resíduos industriais Classe I”, como exemplo citado por CEMPRE (2002, p.30) “as embalagens de agroquímicos, geralmente tóxicos, têm sido alvo de legislação específica quanto aos cuidados na sua destinação final”. Cita ainda que em várias regiões do mundo, estes resíduos já constituem uma preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva.
- Atividades da construção civil, considerada a atividade industrial que mais gera resíduos, a construção civil, segundo IBAM (2001), em países desenvolvidos, gera em média abaixo de 100kg/m<sup>2</sup> de resíduo para novas edificações, enquanto que no Brasil este índice gera em torno de 300kg/m<sup>2</sup> edificado.

Para Lopes (2006) o entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento e de responsabilidade do gerador, porém pode conter alguns materiais tóxicos como o amianto ou solventes, sendo seu maior impacto na disposição inadequada, causando erosões e assoreamento de cursos d'água.

A Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002, traz a seguinte definição para os resíduos de construção civil (RCC), são:

Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Quanto aos riscos potenciais de contaminação ao meio ambiente, os resíduos sólidos são classificados conforme quadro 3:

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS QUANTO AOS RISCOS DE CONTAMINAÇÃO	
Natureza	Características
Perigosa (Classe I)	Resíduos que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, periculosidade em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas. Apresentam uma ou mais das seguintes propriedades: Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Não-perigosa (Classe II)	Resíduos produzidos em restaurantes (restos de comida), sucata de metais ferrosos e não ferrosos, papel e papelão, plástico polimerizado, borracha, madeira, materiais têxteis, minerais não-metálicos, areia de fundição, bagaço de cana e outros resíduos não perigosos.
Não-Inertes (Classe II A)	Resíduos que não se enquadram nas classificações I e II B e que apresentam propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade à água.
Inertes (Classe II B)	Não têm constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas.

Quadro 3 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.  
FONTE: ABNT NBR 10004:2004.

Quanto à padronização, é apresentado algumas das normas técnicas elaboradas pela ABNT relacionadas aos resíduos sólidos. Vejamos quadro 4:

<b>NBR</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
8418	Apresentação de projetos de aterros para resíduos industriais perigosos – Procedimento
8419	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento
8843	Aeroportos – Gerenciamento de resíduos sólidos
8849	Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – Procedimento
10004	Resíduos sólidos – Classificação
10005	Lixiviação de resíduos – Procedimento
10006	Solubilização de resíduos – Procedimento
10007	Amostragem de resíduos – Procedimento
10157	Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento
11174	Armazenamento de resíduos classe II (não inertes) e III (inertes) – Procedimento
11175	Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento
12235	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos
12808	Classificação dos resíduos de saúde
12980	Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia
12988	Líquidos livres – Verificação em amostra de resíduos – Método de ensaio
13221	Transporte de resíduos – Procedimento
13463	Coleta de resíduos sólidos – Classificação

Quadro 4 - Normas técnicas relacionadas à resíduos sólidos.

FONTE: ABES, 2001.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES (1999), outras formas de classificar e caracterizar os resíduos sólidos urbanos estão relacionadas com o objetivo desejado:

O objetivo sendo a biodegradabilidade, a classificação usual é: facilmente biodegradável (matéria-orgânica facilmente putrescível – restos de comida), moderadamente biodegradável (folhas de árvores, papel e outros produtos celulósicos), dificilmente biodegradável (madeira, couro e borracha) e não biodegradável (vidro, plástico e metal). Para buscar a viabilidade da incineração a classificação é dividida em combustível e não combustível; para a viabilidade da reciclagem há duas classificações: uma por tipo de material (plástico, vidro, metal, papel, matéria-orgânica e outros) e outra, mais genérica, que é: reciclável, descartável e perigosos (ABES, 1999, p. 16).

A geração de resíduos também é influenciada por outros fatores como: o número de habitantes de uma determinada região, sua área relativa de produção, condições sócio-econômicas, nível educacional, poder aquisitivo. Bem como condições climáticas, geografia, hábitos e costumes da população, características de sexo e idade dos grupos populacionais além do tipo de controle no sistema pelo órgão responsável pelos resíduos (ABES, 1999).

### **1.3 A reciclagem como forma de melhoria para a população**

O artigo 225, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, descreve: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. A preservação do meio ambiente é considerada uma questão conjunta entre Poder público e sociedade, afinal o desenvolvimento acelerado partiu do atendimento da necessidade e melhoria da qualidade de vida de toda uma sociedade.

Com a preocupação a cerca do desenvolvimento e seus impactos ambientais, países discutem internacionalmente alternativas para a busca de uma reversão desse quadro (quadro 5). O marco das discussões e ações de vários governos em relação ao meio ambiente, foi a 2ª Conferência das Nações Unidas com o desenvolvimento da agenda 21.

A Agenda 21 é uma carta de compromissos sobre temas que aliam o desenvolvimento à preservação do meio ambiente e à equidade social, cujo princípio básico é o de que todos nós somos responsáveis por promover o desenvolvimento sustentável das sociedades (PEQUENO, 2002). O termo desenvolvimento sustentável passou a ser utilizado para a manutenção do atual modo de produção e consumo incorporado a diretrizes ecológicas para diminuir a degradação ambiental, na qual, a proteção do meio ambiente é considerada como um custo (LOPES, 2006). É composta por 40 capítulos, dos quais, 4 estão diretamente relacionados com os resíduos.

Nos seus capítulos 19, 20, 21 e 22 de uma forma geral, o manejo ambientalmente saudável dos resíduos se encontra entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do meio ambiente da Terra e, principalmente, para alcançar um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável em todos os países.

ANO	AÇÃO	OBJETIVOS
Início do séc. XX	Primeiros tratados internacionais sobre a ação do homem ao meio ambiente	Visava conter a matança de animais e pássaros nas colônias inglesas da África. Foram signatários vários outros países europeus que também possuíam colônias no continente.
1972	Conferência Mundial do Meio Ambiente	Primeira conferência das Nações Unidas realizada em Estocolmo, na Suécia. Foram tratadas as poluições atmosféricas, hídrica e do solo, provenientes da industrialização. Apontou dois pontos até então distantes: a produção econômica e a conservação ambiental, o caminho do meio aponta a necessidade de um outro desenvolvimento orientado pelas necessidades humanas.
1974	Declaração de Cocoyoc	Amadurecimento das idéias para um novo plano de desenvolvimento.
1975	Relatório Que Faire	Surge pela primeira vez o termo desenvolvimento sustentável.
1988	Relatório Nosso Futuro Comum	Responsável pela definição mais amplamente divulgada sobre o desenvolvimento sustentável, esboçado a partir dos trabalhos da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela Assembleia Geral da ONU: “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade da as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”.
1992	Conferência Mundial do Meio Ambiente chamada Eco 92 ou Rio 92	Segunda Conferência das Nações Unidas, permite ao mundo conhecer o amadurecimento da discussão ambiental. Um dos resultados foi o estabelecimento de uma relação de compromissos que as nações signatárias cumpriram ao longo dos anos seguintes, principalmente, pelo século 21. Esse documento, intitulado Agenda 21, vem nortear as estratégias de desenvolvimento, com preservação ambiental.

Quadro 5 - Histórico das discussões e ações relacionadas ao meio ambiente.

FONTE: LOPES (2006); PEQUENO (2002).

Conforme Agenda 21, o manejo ambientalmente saudável desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Tratar os resíduos de maneira sustentável significa centrar-se nas quatro principais áreas de programas relacionadas com eles:

- Redução da produção de resíduos ao mínimo;
- Aumento máximo da reutilização e da reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- Ampliação dos serviços que se ocupam dos resíduos.

A partir do entendimento dos objetivos da Agenda 21 para tratamento dos resíduos de maneira sustentável, encontramos na abordagem hierárquica dos 3R's, uma lógica e promissora estratégia de gerenciamento de resíduos que tem sido adotada por vários países como o Canadá e países da Europa, cuja abordagem tem a seguinte hierarquia: reduzir, reutilizar e reciclar.

- *Reduzir* na origem é a alternativa preferível, pois se o resíduo não é gerado, não é gerado também um problema de controle de resíduo. “A redução na origem pode ser obtida por meio da redução de rejeitos em um processo industrial, da redução de embalagens e do desenvolvimento de produtos mais duráveis” (BROWN, 1993 *apud* COELHO, 2005, p. 10). Cabe falarmos que tal estratégia não abrange o resíduos orgânicos (restos de alimentos) dispostos em maior quantidade nos lixões. “Outro fator é a variabilidade dos processos e matérias-primas, que faz com que alguns produtos sejam produzidos em não-conformidade com o especificado e acabem se tornando resíduos” (JOHN, 2000, p. 28).
- *Reutilizar*, “significa simplesmente usar um objeto ou material novamente, como exemplo o uso de recipientes para depósito de outro produto” (BROWN, 1993 *apud* COELHO, 2005, p.10). Na indústria, visa a recuperação de materiais danificados durante o processo de fabricação e de transporte, evitando assim, o seu encaminhamento para o lixo (SANTOS *et al*, 2002). Mas, por mais que se encontre nova utilidade para determinado produto, a geração do resíduo é inevitável. Segundo John (2000), a vida útil de um produto é sempre limitada. Para ele, a vida finita é uma característica mesmo de produtos duráveis, logo por mais que o paradigma da obsolescência planejada seja abandonado, que os produtos sejam projetados para durar mais, em algum momento eles, inevitavelmente transforma-se-ão em pós-consumo.

- *Reciclar*, nesta abordagem, significa recuperar um material extraído de resíduos misturados (pós-consumo) ou de resíduos de outros processos (pós-industrial). “A reciclagem, através do reuso ou recuperação de resíduos ou de seus constituintes que apresentem algum valor econômico é uma das formas mais atraentes de solução dos problemas de gerenciamento de resíduos, tanto do ponto de vista empresarial como dos órgãos estaduais de proteção do meio ambiente” (CETESB, 1993, p.27).

Sem dúvidas que a redução e a reutilização de resíduos são alternativas efetivas, pressupõem-se mudança de hábitos e costumes, diminuição do consumo, melhorias no processamento de produtos etc. Mas, quando observamos a quantidade de lixo já disposta na natureza, uma solução viável, desde que acompanhada, ou seja, integrada a um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, é a reciclagem (OLIVEIRA & FILHO, 2007).

Segundo Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (1993), do ponto de vista dos órgãos estaduais de proteção ambiental, essa prática é muito conveniente, pois diminui a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente. Vejamos na tabela 3, a realidade da disposição diária dos resíduos sólidos.

SITUAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DO LIXO NAS REGIÕES BRASILEIRAS										
Regiões	Lixões	Áreas alagadas	Aterro controlado	Aterro sanitário	Estação de compostagem	Estação de triagem	Incineração	Locais não-fixos	Outra	TOTAL
Norte	6.279,0	56,3	3.133,9	1.468,8	5,0		8,1	95,6	20,4	11.067,1
Nordeste	20.043,5	45,0	6.071,9	15.030,1	74,0	92,5	22,4	128,4	50,0	41.557,8
Centro-Oeste	3.131,0	8,0	4.684,4	5.553,1	685,6	77,0	26,0	104,9	26,5	14.296,5
Sudeste	13.755,9	86,6	65.851,4	52.542,3	5.437,9	1.262,9	945,2	781,4	953,2	141.616,8
Sul	5.112,3	36,7	4.833,9	8.046,0	347,2	832,6	30,1	119,9	516,1	19.874,8
Brasil	48.321,7	232,6	84.575,5	82.640,3	6.549,7	2.265,0	1.031,8	1.230,2	1.566,2	228.413,0

Tabela 3 - Quantidade diária de lixo coletado (t/dia), segundo as grandes regiões.  
FONTE: IBGE, 2002.

Em maior quantidade, para as 5 regiões brasileiras, encontram-se os aterros controlado e sanitário, e lixões, respectivamente. Resumimos no quadro 6 algumas vantagens e desvantagens destes e outros tipos de disposição usuais.



TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DO LIXO		
	Vantagens	Desvantagens
<b>Lixão</b>	Em curto prazo, é o meio mais barato de todos, pois não implica em custos de tratamento nem controle.	Contamina a água, o ar, o solo, pois a decomposição do lixo sem tratamento produz chorume, gases e favorece a proliferação de insetos (moscas, baratas) e ratos, além de microorganismos patogênicos causadores de inúmeras doenças. É uma forma inadequada de disposição, pois se caracteriza pela simples descarga de resíduos a céu aberto ou vazadouro. Acrescenta-se a esta situação o total descontrole dos tipos de resíduos recebidos nestes locais.
<b>Aterro controlado</b>	Está técnica de disposição de resíduo no solo, não causa danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais.	Esta forma de disposição produz poluição, porém localizada, pois, similarmente ao aterro sanitário, a área de disposição é minimizada. Geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem de sistemas de tratamento do percolato (termo empregado para caracterizar a mistura entre o chorume, produzido pela decomposição do lixo, e a água de chuva que percola o aterro) ou do biogás gerado.
<b>Aterro sanitário</b>	Solução mais econômica, pode ocupar áreas já degradadas, como antigas minerações.	Requer rigoroso controle tecnológico para garantir que os impactos potenciais sejam reduzidos ao nível mínimo. Tem vida útil curta; se controle for deficiente, pode receber resíduo perigoso, como: o lixo hospitalar, nuclear, etc. Se não for feito com critério de engenharia, pode causar os mesmos problemas que os lixões; os materiais recicláveis não são aproveitados.
<b>Usina de Compostagem</b>	Transforma o material orgânico em composto que pode ser usado como adubo na agricultura ou em ração para animais. Separa e prensa o material inorgânico. Reduz a quantidade de resíduos a ser disposto no aterro sanitário.	Quando implantada com técnicas incorretas, pode causar transtornos às áreas vizinhas, como mau cheiro e proliferação de insetos e roedores, produzindo composto de baixa qualidade com altos teores de metais pesados que podem ser cancerígenos.
<b>Incinerador</b>	Propicia uma redução no volume de lixo, destrói a maioria do material orgânico e material perigoso, que causaria problemas nos aterros sanitários; não necessita de grandes áreas; pode gerar energia através do calor que é 100% recuperado.	É um sistema caro e necessita de manutenção rigorosa e constante. Libera gases poluentes na atmosfera e substâncias carcinogênicas como dioxinas e furanos. E em suas cinzas encontram-se substâncias tóxicas que precisam ser enterradas, porém podem contaminar o solo e a água.

Quadro 6 - Vantagens/desvantagens de processos de Tratamento e Destinação do Lixo.  
 FONTE: CEDEC *apud* SANTOS (2002); CEMPRE (2002).

A diversidade de materiais existentes no lixo possibilita a utilização dessas diversas formas de tratamento. Mas, antes de pensarmos em aterrar, queimar ou simplesmente lançar no solo, não devemos nos esquecer de que a reciclagem, além de incluir os materiais reutilizáveis ou reprocessáveis, aplica-se aos materiais orgânicos, formados pelos resíduos de sobras de alimento, lixo de feiras, sacolões, mercados, restaurantes, hotéis, podas de árvores e outros, sendo na metade do século passado, composição predominante do lixo. Entretanto,

com o avanço da tecnologia, materiais como plásticos, isopores, pilhas, baterias de celular e lâmpadas são presença cada vez mais constante na coleta (LOPES, 2006).

Para Coelho (2005) o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos torna-se necessário, com o objetivo de evitar ou minimizar os agravos à saúde e à poluição ambiental, como também manter aspectos estéticos e de bem estar para a população, contribuindo para um desenvolvimento sustentável. Partindo do entendimento de que os resíduos possuem valor econômico agregado, a reciclagem surge, então, como uma alternativa de destinação dos resíduos sólidos. Essa alternativa permite o reaproveitamento dos resíduos como matéria-prima, reincorporando-os ao processo produtivo, reduzindo o seu impacto ambiental.

“A *reciclagem* pode ser entendida como o termo que designa uma série de atividades que incluem a coleta de materiais descartados pela sociedade, a triagem, o processamento e a transformação desses materiais em matéria-prima para a manufatura de novos produtos” (PARENTE, 2006, p.114) . A cada dia que passa torna-se uma das atividades mais importantes de proteção ambiental, atribuindo valores econômicos e desenvolvimento tecnológico (CANDIAN, 2007).

A primeira e a mais visível das contribuições ambientais da reciclagem é a preservação de recursos naturais, substituídos por resíduos, prolongando a vida útil das reservas naturais e reduzindo a destruição da paisagem, flora e fauna. Seguidos por redução do volume de aterros e incineração, redução do consumo energético, ela muitas vezes permite também a redução da poluição emitida para a fabricação de um mesmo produto, permite a geração de empregos e aumenta a competitividade econômica (JOHN, 2000). “A reciclagem, eventualmente, pode reduzir os custos da proteção ambiental, ou até mesmo viabilizar grau de proteção ambiental superior, pois permite gerar valor a partir de um produto que antes constituía em despesas” conforme Vrijling (1991) citado por John (2000, p.30).

“Outro aspecto relevante que deve ser considerado é que a implantação de programas de reciclagem estimula o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população” (IBAM, 2001, p.113). Essas ações são essenciais, pois promovem a efetiva participação da sociedade, aumentando sua responsabilidade pelo lixo gerado em suas residências, comércio e indústrias.

De acordo com dados do CEMPRE (2002), antes de um município decidir se vai estimular ou implantar um programa de reciclagem, alguns cuidados devem ser tomados para garantir sua sustentabilidade:

- A verificação da demanda por produtos gerados pelo processamento dos resíduos;
- A verificação de esquemas para escoamento desses materiais através da venda ou doação;
- A verificação do mercado de recicláveis, que ditará quais os produtos do lixo poderão ser reciclados industrialmente;
- A escolha do processo de separação dos materiais a serem reciclados: usinas de triagem e coleta seletiva. Em alguns casos, a combinação de diferentes metodologias poderá gerar os melhores resultados.

A usina de triagem, ou seja, coleta comum seguida de triagem, funciona de forma que os resíduos são coletados sem nenhuma preocupação quanto à separação, sendo enviados para um ponto de triagem, que pode estar associado a uma unidade de compostagem, de incineração ou a um aterro.

Conforme ABES (1999), neste tipo de separação os resíduos chegam ao local muito misturados, aumentando bastante a contaminação dos materiais, sobretudo com matéria orgânica. Como a forma mais usual de separação é o tipo manual e visual, apresenta baixa eficiência e constitui-se numa atividade insalubre, que pode acarretar uma alta rotatividade de mão-de-obra. Neste caso, a população não é diretamente afetada, na medida em que continua

desconhecendo o destino de seus resíduos sólidos e não precisa realizar qualquer esforço no sentido de contribuir para uma melhoria ambiental.

A coleta seletiva de lixo é o modelo mais empregado nos programas de reciclagem. Consiste em um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, previamente separados pela fonte geradora, ou seja, pela população, para posteriormente serem coletados por um veículo específico.

Sua principal vantagem é uma melhoria significativa na qualidade de tais materiais, cuja contaminação fica bastante reduzida. As quatro principais modalidades de coleta seletiva são: (1) *porta a porta (ou domiciliar)*, onde o veículo percorre um trajeto similar ao da coleta comum, recolhendo os materiais previamente separados ; (2) *em postos de entrega voluntária (PEVs ou LEVs)*, onde o material é depositado em recipientes específicos, conforme Resolução do CONAMA nº 275, que estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos (figura 2); (3) *em postos de troca*, há uma troca do lixo por um bem ou benefício, como exemplo, alimento, vale-transporte, vale-refeição, descontos, etc; (4) *por catadores*, que ocorre paralelamente ao sistema municipal de resíduos sólidos, que separam principalmente os materiais de maior valor no momento, os quais não chegam a ser recolhidos pelo serviço de coleta pública, chegando a ser conhecida como coleta informal.



Figura 2 - Código de cores dos resíduos sólidos recicláveis  
FONTE: CONAMA, 2001.

Segundo CEMPRE (2008), apenas 405 municípios brasileiros dos 5564 existentes, têm acesso à programas municipais de coleta seletiva, onde 201 municípios trabalham com o

modelo porta-a-porta, 105 municípios possuem PEVs e 174 têm relação com Cooperativas de Catadores de materiais recicláveis, com maiores concentrações estão nas regiões Sudeste e Sul do país.

Como aliada à reciclagem, a comunicação é usada como chave para a mudança de comportamento na sociedade moderna em direção ao desenvolvimento sustentável. O setor produtivo tem dado importantes contribuições através dos mecanismos mais variados, um exemplo é a rotulagem ambiental de produtos que se consolidou em diversos países através das auto-declarações. Elas têm ganho destaque no cenário brasileiro para embalagens em geral e auxiliam na etapa de coleta seletiva e na triagem de materiais recicláveis (CEMPRE, 2005).

CEMPRE (2005) cita a NBR ISO 14021 que especifica os requisitos para auto-declarações ambientais, incluindo textos, símbolos e gráficos, no que se refere aos produtos. Descreve termos selecionados usados comumente em declarações ambientais e fornece qualificações para seu uso, bem como orienta a população quanto aos produtos com potencial para reciclagem. Os textos e símbolos mais comuns são encontrados nas figuras 3 e 4.



Figura 3 - Simbologia para materiais recicláveis e reciclados.  
FONTE: CEMPRE, 2005.



Figura 4 - Simbologia para materiais recicláveis diversos.  
FONTE: CEMPRE, 2005.

Como no Brasil o aspecto social relacionado à coleta seletiva, através da inserção dos catadores de materiais recicláveis no processo é fator determinante, estes símbolos tornaram-se ferramentas indispensáveis no auxílio à atividades desses verdadeiros “agentes ambientais”(CEMPRE, 2005). O grupo dos plásticos, por possuir uma variedade de polímeros, com características químicas e estruturais bem diferenciadas, pode dificultar a reciclagem. Por exigir uma separação mais detalhada, a fim de evitar que plásticos não compatíveis sejam processados em conjunto, sua simbologia mais utilizada é a mostrada na figura 5, conforme a NBR 13230 da ABNT citada por CEMPRE (2005).



Figura 5 - Simbologia para plásticos recicláveis.  
FONTE: CEMPRE, 2005.

Contudo, a reciclagem tem se mostrado um mercado aberto para novas oportunidades. No Brasil, segundo CEMPRE (2008), têm gerado emprego e renda para diversos níveis da pirâmide social. Um aspecto que merece destaque é o fato de o mercado de materiais recicláveis, que conhecemos por lixo, e reciclados estar ao alcance do micro e pequeno empresário. Com pequenos investimento da ordem de 50 a 150 mil, inicia-se um pequeno negócio no mercado do PET reciclável, de reciclagem de papel, de reciclagem de coco para transformação em fibras usadas nos bancos e carpetes para a indústria automotiva etc.

Como contribuição essencial para o crescimento desta indústria, os catadores são os principais responsáveis pelos altos índices de reciclagem de materiais como as latas de alumínio (73%) e papelão (71%). Em ambos os casos o Brasil situa-se em posição de destaque no cenário mundial (CEMPRE, 2008). Mas comparativamente a países de primeiro mundo, a reciclagem de resíduos, como materiais de construção, é ainda muito tímida, com a possível exceção da intensa reciclagem praticada pelas indústrias de cimento e aço.

Entretanto é importante observar que o objetivo da reciclagem não é gerar recursos, mas reduzir o volume do lixo, gerando ganhos ambientais cujos maiores beneficiados são o meio ambiente e a população. É um investimento no meio ambiente e na qualidade de vida. Não cabe, portanto, uma avaliação baseada unicamente na equação financeira dos gastos da prefeitura com o lixo, que despreze os futuros ganhos ambientais, sociais e econômicos da coletividade.

Assim, a reciclagem, como um novo setor de atividade econômica, é portadora das maiores esperanças de se ter um modelo de desenvolvimento competitivo e ao mesmo tempo sustentável em nível mundial. É certo que não existe solução única para todos os problemas ambientais, mas a reciclagem, mesmo sem operar milagres, é a alternativa mais viável a curto e médio prazos (MEDINA, 2006).

## 1.4 Resíduos de PET x reciclagem

É possível supor que o crescente descarte de resíduos plásticos no meio ambiente é fator resultante do aumento do consumo de produtos deste material. Devido suas características e propriedades superiores quando comparadas a outras matérias-primas, os plásticos são cada vez mais utilizados pelas indústrias de transformações e estão abrangendo uma gama de produtos em setores distintos.

Em 2007, o Brasil produziu mais de 5,3 milhões de toneladas de resinas termoplásticas, com volume 6,4% superior ao registrado em 2006, o consumo per capita de resinas subiu para 26,09 kg em 2007, o que representa aumento de 6,9% em relação ao ano anterior (CEMPRE, 2008). Seu consumo abrange a construção civil, a agricultura, a fabricação de calçados, os móveis, os alimentos, o têxtil, o lazer, as telecomunicações, os eletroeletrônicos, os automobilísticos, os materiais de uso médico-hospitalar, os energético, dentre outros.

Apesar da existência de uma grande variedade de termoplásticos, apenas cinco deles, ou seja, o PE, o PP, o PS, o PVC e o PET representam cerca de 90% do consumo nacional. Dentre estes termoplásticos o PET apresenta um dos maiores índices de crescimento em consumo no país, acima de 2200% na última década (SPINACÉ & DE PAOLI, 2005).

De acordo com CEMPRE (2002), o crescente consumo da resina PET foi impulsionado pela troca das garrafas de vidro pelas de PET nas indústrias de bebidas carbonatadas, bem como seu uso em outros setores como de embalagens para água mineral, óleos vegetais, líquidos isotônicos, sucos, etc. O que tornou o Brasil, o maior consumidor mundial de PET para produção de garrafas do mundo, contando com cerca de 3.400 marcas de refrigerantes diferentes registradas (DIAS & TEODÓSIO, 2006).



Com o crescimento do consumo de PET, a geração de resíduos também vêm aumentando drasticamente, tendo como agravante o grande volume destas garrafas e a sua alta resistência mecânica (ROLIM & NASCIMENTO, 2000). Para os autores, os plásticos em geral, chamam atenção devido principalmente ao total de descartabilidade das embalagens. Quando simplesmente jogados em aterros sanitários públicos ou privados, ou descartados nas margens e interiores de rios, lagos, mangues ou terrenos, levam mais de 100 anos para se decompor, logo há a evidente necessidade de procurar formas adequadas de disposição final.

As formas de disposição predominantes no Brasil, como vimos no tópico anterior, são inadequadas. Quando o resíduo plástico é lançado em aterros, dificultam sua compactação e prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica. Quando feita em lixões, geralmente ocorrem queima do material o que pode trazer sérios prejuízo às pessoas e ao meio ambiente pela liberação de gases tóxicos (CEMPRE, 2002).

O contexto brasileiro mostra potenciais características de viabilidade sócio-econômica e empresarial para a reciclagem de embalagens plásticas, exigindo, todavia, maior conjunção de ações governamentais, empresariais e pesquisas do setor. Principalmente por alguns entraves que acabam por limitar ou dificultar a reciclagem por conta das empresas transformadoras de embalagens descartáveis:

Ao pensar em uma embalagem, a indústria considera diferentes aspectos, como o custo da matéria-prima, as facilidades de transporte, o tempo de duração dos alimentos, o volume de perdas por adotar uma ou outra embalagem (latas amassam, vidros quebram, etc) e a atratividade que a mesma terá ao consumidor. O destino final dessa mesma embalagem, com raras exceções, não é pensado, pois não cabe à indústria o recolhimento da mesma após o seu consumo e sim aos serviços de coleta pública. Também não cabe à indústria pensar na complexidade da reciclagem da embalagem criada, dessa forma então é comum uma mesma embalagem de plástico, por exemplo, possuir um rótulo feito de um determinado tipo de polímero, a tampa de outro e o frasco de um outro totalmente diferente. Para se reaproveitado, um único frasco necessita ser desmembrado e cada polímero seguir um caminho diferente, para processos de reciclagem totalmente distintos (LOPES, 2006, p.28).

Outra dificuldade de implantação da reciclagem dos plásticos, inclusive PET, se dá pela difícil tarefa em garantir um fornecimento contínuo de matéria-prima de boa qualidade aos compradores, como visto, a maior parte dos municípios brasileiros não têm acesso a coleta seletiva, processo pelo qual têm-se a garantia um material de melhor qualidade.

Para a limpeza do resíduo, sua reciclagem, como qualquer atividade industrial, consome água e energia apesar de apresentar menor impacto ambiental que o processo original de cada material. Há também dificuldade em separar corretamente o PET dos diversos tipos de plásticos. Entretanto, quando devidamente separadas, as embalagens PET proporcionam para a cadeia da reciclagem o segundo melhor rendimento no comércio de sucatas e o primeiro lugar no ranking dos plásticos recicláveis.

Outro fator limitante para o crescimento da reciclagem dos plásticos em geral, está na presença de muitas indústrias de pequeno porte, com pouca tecnologia associada e alta carga tributária. Apesar destes e outros gargalos encontrados, o crescimento da indústria da reciclagem vêm ocorrendo de forma considerável no Brasil. Tal, crescimento foi da ordem de 18,6% em relação ao ano de 2006, com 53% das embalagens pós-consumo efetivamente recicladas, graças as garrafas recuperadas principalmente através de catadores, além de fábricas e da coleta seletiva operada por municípios (CEMPRE, 2008).

Dentre as vantagens já citadas para a reciclagem, existem outros benefícios específicos da reciclagem de plásticos, de cunho ambiental, social e econômico. CEMPRE (2002) cita: melhorias sensíveis no processo de decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários, uma vez que o plástico impermeabiliza as camadas de material em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos; menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com plástico reciclado (em média, apresentam 30% de redução sob os de matéria-virgem); segundo Zanin & Mancini (2004) fornece mais material ao mercado, diminuindo a necessidade de importação ou mesmo favorecendo a ampliação das exportações.

As formas de reciclagem dos plásticos são muito similares, vejamos seus tipos e a forma mais usual para a reciclagem de PET. Para Spinacé & De Paoli (2005), de acordo com a Sociedade Americana de Ensaio de Materiais (ASTM) estão divididas em: (1) *Reciclagem primária*, que consiste na conversão dos resíduos industriais por métodos de processamento padrão em produtos com características equivalentes às daquelas dos produtos originais produzidos com matéria-prima virgem, por exemplo, aparas que novamente introduzidas no processamento; (2) *Reciclagem secundária*, consiste na conversão dos resíduos provenientes dos resíduos sólidos urbanos, ou seja, pós-consumo, por um processo ou uma combinação de processos em produtos que tenham menor exigência do que o produto obtido com matéria-prima virgem, por exemplo, reciclagem de embalagens de PP para obtenção de sacos de lixo; (3) *Reciclagem terciária*, consiste no processo tecnológico de produção de insumos químicos ou combustíveis a partir de resíduos poliméricos; (4) *Reciclagem quaternária*, consiste no processo tecnológico de recuperação de energia de resíduos por incineração controlada.

A reciclagem primária e a secundária são conhecidas como reciclagem mecânica ou física, o que diferencia uma da outra é que na primária utiliza-se polímero pós-industrial e na secundária, pós-consumo. A reciclagem terciária também é chamada de química e a quaternária de energética (SPINACÉ & DE PAOLI, 2005).

A reciclagem mecânica ou física de plásticos é o modo mais convencional de se recuperar o valor agregado ao PET. É talvez a mais importante forma de reciclagem por possibilitar imediata redução de volume e da massa do descarte. Contudo, desde os primórdios da indústria de plásticos, ela é responsável pela grande reciclagem industrial (primária) existente, na medida em que aproveita, durante o processo, sobras do mesmo (como galhos de injeção) e peças fora de especificação, esse material pode, ainda ser empregado na linha de produção de outro produto em composição com a resina virgem, não havendo, nesse caso, perdas sensíveis de propriedades finais (ZANIN & MANCINI, 2004).

O processo de reciclagem mecânica do PET a partir de garrafas produzem flocos, conhecidos também como *flakes*, ou grãos e geralmente consistem nas etapas: sistema de coleta, separação, moagem, lavagem, enxágüe, secagem, aglutinação(opcional) e transformação.

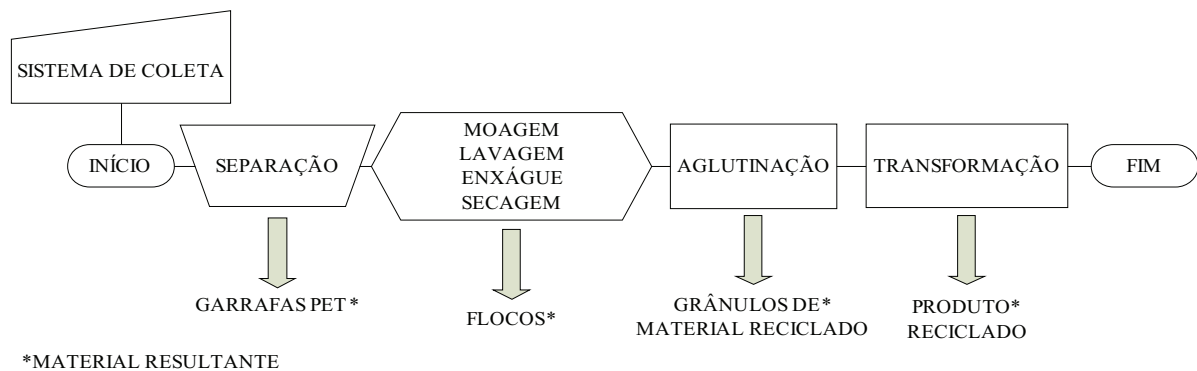


Figura 6 - Etapas simplificadas do processo de reciclagem mecânica do PET.

O *sistema de coleta* em geral pode ser realizado pelo município a partir da coleta seletiva (pós-consumo) ou por projetos ambientais voluntários envolvendo a população, por indústrias (pós-industriais) e por sucateiros ou por cooperativas de catadores (pós-consumo), onde têm sua maior contribuição.

De início, a *separação* é essencial para um bom resultado do processo, de forma manual - através de identificação visual/simbologia contida no produto acabado - ou automatizada - por diferença de densidade - são retirados outros tipos de plásticos semelhantes que acabam por contaminar a matéria-prima PET. Dentre estas contaminações, a de maior dificuldade é a separação do PVC, que possui densidade semelhante ao PET; a técnica de flotação pode ser útil para esta separação, seus resíduos no processo podem descolorir o produto ou ainda promover quebras de fios quando na produção de fibras (PIVA & WIEBECK, 2004).

A importância da separação está no fato de que o PET sofre hidrólise – responsável por pontos pretos no produto transparente- na presença de impurezas como o PVC, NaOH, detergentes alcalinos, adesivos como EVA, etc (SPINACÉ & DE PAOLI, 2005).

A etapa de *moagem* é fundamental, mas ao mesmo tempo custosa em termos de energia. Ela é responsável pela redução de tamanho das garrafas e resulta em flocos para uma melhor lavagem. A *lavagem*, por sua vez, é responsável pela limpeza do material, não deixando de ser uma separação de impurezas que podem vir fixadas no produto. Suas impurezas são areia, papéis, terra, matéria orgânica, e até outros plásticos, os do rótulo por exemplo. Embalagens de PET que possuam rótulos com adesivos devem ser cuidadosamente lavadas, não devendo haver traços de adesivo após a lavagem, pois sua presença contamina mesmo em quantidade ínfima, conhecida analiticamente como em traços ( $\mu\text{g/mL}$  ou ppm), tornando o reciclado descolorido e escuro (PIVA & WIEBECK, 2004).

A etapa de *enxágue*, é utilizada somente se na lavagem usou-se a adição de produtos químicos como sabões, detergentes ou soda cáustica, com a finalidade de retirar resíduos destes materiais. Tais resíduos se não removidos degradam o material e prejudicam principalmente suas propriedades finais.

Com a finalidade de retirar a água acumulada no processo, a *secagem* é etapa essencial. Seu objetivo é retirar qualquer água que contribuirá para o volume do floco de PET. Essa umidade não retirada, pode, a altas temperaturas, na transformação ou até mesmo na secagem, promover degradação hidrolítica (também chamada hidrólise, ou seja, quebra de cadeias por meio da ação de moléculas de água) das cadeias do plástico, resultando em propriedades inferiores para o material reciclado (ZANIN & MANCINI, 2004). A indústria estabelece como umidade tolerável na reciclagem de PET a quantidade de 4 a 5 ppm (partes por milhão), ou seja, entre 0,04% e 0,05% (ZANIN & MANCINI, 2004).

Outra etapa consiste na *aglutinação* dos flocos de PET. Funciona de forma a completar a secagem e preparar o material para a extrusora. É usada a técnica de aglomeração em equipamento conhecido como aglutinador, cuja finalidade é aumentar a densidade dos flocos advindo das moagem, que, por serem leves como os dos filmes plásticos, podem interromper a alimentação das extrusoras se acomodando no funil e bloqueando a descida dos flocos. O aglutinador também é utilizado para incorporação de aditivos – como cargas, pigmentos e lubrificante. A adição de cargas de reforço é uma alternativa viável, podendo melhorar as propriedades dos polímeros reciclados e torná-los competitivos em relação aos polímeros virgens (SPINACÉ & DE PAOLI, 2005).

Segundo Zanin & Mancini (2004) nesta última etapa conhecida como *transformação*, os flocos, como o nome já diz, são transformados em produtos finais. Certamente a extrusão pode ser classificada como a forma de processamento mais importante para a reciclagem, na medida em que pode se constituir em um método de fabricação de produtos ou produzir grânulos de materiais reciclados. Para os autores, a granulação é a obtenção de formas semelhantes às obtidas na produção de polímeros virgens em petroquímicas.

Além da extrusão outros procedimentos aplicam-se ao processamento de polímeros entre eles, a injeção, a rotomoldagem, a calandragem, a moldagem por compressão, a termoformagem. Podemos destacar a injeção, muito usada na indústria plástica, pela qual, o material aquecido, torna-se fundido semelhante à extrusão, e, como o êmbolo de uma injeção empurra a massa de plástico à um molde, geralmente frio por meio de circulação de água corrente. Muitas injetoras podem ser desenvolvidas para fabricar uma série de produtos, pela troca de moldes adaptáveis (ZANIN & MANCINI, 2004).

A transformação das embalagens PET em novos materiais ou produtos incluem a produção de fibras multifilamento (fabricação de cordas) e monofilamento (produção de fios de costura); a moldagem de produtos para o setor de autopeças, lâminas para termo-

formadores e formadores à vácuo, embalagens de detergentes; embalagens secundárias e terciárias para alimentos; tecidos, carpetes, *pallets*, entre outros (FORLIN & FARIA, 2002). Na construção civil, os termoplásticos em geral, inclusive o PET, contribuem de forma significativa. Seu uso é mais frequente em componentes não estruturais (figura 7), para revestimento, iluminação, isolamento térmico e acústico, impermeabilização, adesivos e acessórios.



Figura 7 - Materiais de plástico PET reciclado aplicados à construção civil.  
FONTE: ABIPET, 2008.

Por fim, Forlin & Faria (2002) afirmam que assim como qualquer processo industrial a reciclagem mecânica deve ser economicamente viável, requerendo, entre outros fatores, garantia de fornecimento contínuo de material reciclável, tecnologias apropriadas para os diferentes produtos e valor de comercialização para os novos produtos que compense os investimentos aplicados ao processo.

## 2 O PLÁSTICO PET E SUA UTILIZAÇÃO

### 2.1 Conhecendo os polímeros e suas principais classificações

Os materiais poliméricos foram descobertos a muitos anos, mas como todos os materiais existentes, a cada dia são manufaturados e comercializados novos polímeros provenientes de pesquisas científicas e tecnológicas desenvolvidas em praticamente todos os países. Essa crescente variedade de materiais poliméricos torna cada vez mais complicado o entendimento de suas características e propriedades, sendo necessário classificá-los em grupos para uma melhor compreensão e estudo.

São diversos os critérios utilizados para sua classificação e levando em consideração um polímero qualquer analisaremos as principais distinções apresentadas no quadro 7.

CRITÉRIO	CLASSE DE POLÍMERO
<i>Quanto à origem do polímero</i>	-Natural -Sintético
<i>Quanto ao tipo de estrutura química</i>	
Número de monômeros	-Homopolímero -Copolímero -Termopolímero
Cadeia polimérica	-Poliolefinas -Poliésteres, etc.
Forma da cadeia polimérica	-Lineares -Ramificadas -Com Ligações Cruzadas
<i>Quanto à característica de fusibilidade e/ou solubilidade</i>	-Termoplástico -Termorrígido
<i>Quanto ao comportamento mecânico</i>	-Elastômeros (borrachas) -Plásticos -Fibras
<i>Quanto à escala de fabricação e tipo de aplicação</i>	-Plásticos de comodidade -Plásticos de engenharia -Plásticos de especialidade
<i>Quanto ao tipo de reação</i>	-Polímeros de adição -Polímeros de condensação

Quadro 7 - Classificação dos polímeros.

Para classificar os polímeros *quanto à origem*, podemos dividi-los em dois grandes grupos. Os *polímeros naturais*, são produzidos pela natureza, sem intervenção humana,



derivados de recursos naturais como plantas, animais e fermentação bacteriana. Existem há milênios, mas somente no século XX houve domínio do conhecimento sobre esses materiais. Por se tratar de um recurso natural, graças à consciente preservação de tais recursos, o polímero natural aos poucos vem sendo substituído pelos *polímeros sintéticos*, que são sintetizados quimicamente, em geral, de produtos derivados de petróleo. Frequentemente são preparados para substituir o etileno.

Segundo ao *tipo de estrutura química*, existem três classificações que serão destacadas a seguir:

1. Em relação ao número de monômeros presentes no polímero:

A composição de um polímero pode apresentar apenas um único tipo de mero (cadeia homogênea) ou dois ou mais meros (cadeia heterogênea), ou seja, monômeros iguais ou monômeros diferentes formando um polímero.

- Quando o polímero é construído a partir da união de monômeros iguais, este é chamado homopolímero. Se considerarmos A como um mero presente em um homopolímero, sua estrutura será: - A-A-A-A-A-A-A-A-A-A -. Exemplos de homopolímeros são o polietileno - PE, o poliestireno - PS, o polipropileno - PP e o cloreto de polivinila - PVC.
- Quando o polímero é construído a partir da união de dois monômeros diferentes, este é chamado copolímero. Um tipo de representação do copolímero com a nomenclatura adotada será: - A-B-A-B-A-B-A-B-A-B -. Exemplo de copolímero é o etileno-acrílico.
- Os termopolímeros são aqueles construídos pela união de três ou mais tipos de monômeros. De uma maneira representativa: - A-B-C-A-B-C-A-B-C -. O estireno-acrilonitrila-butadieno - ABS é um termopolímero.

2. Em relação à estrutura química da cadeia polimérica:

Esta classificação baseia-se nos grupos funcionais presentes na macromolécula. Os polímeros podem ser arbitrariamente distribuídos em inúmeros grupos ou famílias (quadro 8):

GRUPO FUNCIONAL	ALGUNS EXEMPLOS
Poliiolefinas	Polipropileno, polibutadieno, poliestireno
Poliésteres	Poli(tereftalato de etileno), policarbonato
Poliéteres	Poli(óxido de etileno), poli(óxido de fenileno)
Poliamidas	Nylon, poliamida
Polímeros celulósicos	Nitrato de celulose, acetato de celulose
Polímeros acrílicos	Poli(metacrilato de metila), poliacrilonitrila
Polímeros vinílicos	Poli(acetato de vinila), poli(álcool vinílico)
Resinas formaldeídicas	Resina fenol-formol, resina uréia-formol

Quadro 8 - Grupos funcionais dos polímeros.

3. Em relação à forma da cadeia polimérica:

As diferenças na forma ou estrutura de uma cadeia polimérica afeta principalmente as características físicas de um material polimérico, podemos encontrá-las dispostas da seguinte forma como:

- Polímeros lineares: Os polímeros são lineares, quando suas cadeias não possuem ramificações, ou seja, estão unidas ponta a ponta em cadeias únicas. Dispostas como um colar, cada círculo representa uma unidade mero. A figura 8 mostra, de maneira ilustrativa, este tipo de estrutura. Exemplo de polímeros lineares encontramos o polietileno, o cloreto de polivinila, o poliestireno, o polimetilmetacrilato, o náilon e os fluorocarbonos.



Figura 8 - Estrutura molecular linear.  
FONTE: CALLISTER, 2005.

- Polímeros ramificados: Neste tipo de polímero, as cadeias de ramificações laterais encontram-se conectadas às cadeias principais. A figura 9 ilustra esquematicamente a disposição de sua estrutura.

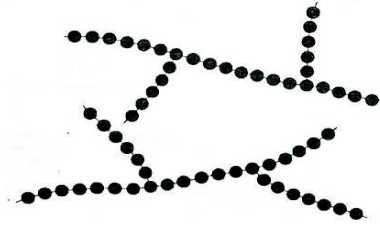


Figura 9 - Estrutura molecular ramificada.  
FONTE: CALLISTER, 2005.

- Polímeros com ligações cruzadas (reticuladas): Possuem cadeias lineares contíguas, unidas uma as outras em várias posições, como que em forma de rede. Os materiais elásticos como a borracha apresentam ligações cruzadas, ficando conhecidas como vulcanização. Uma representação é ilustrada na figura 10.

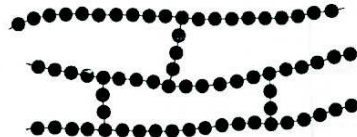


Figura 10 - Estrutura molecular cruzada.  
FONTE: CALLISTER, 2005.

Após vermos como os polímeros organizam-se quando dispostos em cadeia, outra observação essencial é feita *quanto à característica de fusibilidade e/ou solubilidade*, ou seja, o que ocorre na estrutura de suas cadeias quando submetidos a temperaturas elevadas e determinados solventes. Esta classificação pode dividi-los em dois grandes grupos, são eles os *termoplásticos* e os *termorrígidos* (termofixos) que englobam as mais de 50 famílias básicas de plásticos, distinguindo-se uma das outras em propriedades e tipos de aplicações.

Os polímeros termoplásticos representam o grupo dos materiais cujas características são evidenciadas na presença de calor. Quando expostos a altas temperaturas, as cadeias de

moléculas que compõem esse tipo de polímero tornam-se frágeis e rompem-se com facilidade permitindo uma movimentação entre elas com capacidade de fluírem e deslizarem umas sobre as outras. Quando o material é solidificado por resfriamento, as moléculas se aglutinam sem rompimento significativo de suas cadeias. Se novamente aquecidos e novamente resfriados, este ciclo se repete sem nenhuma modificação em sua constituição química, tornando tais materiais possíveis de serem reciclados.

A reciclagem é um diferencial que atualmente está sendo valorizado na preferência de utilização dos plásticos termoplásticos, principalmente por se tratar de um material que adquiere sejam quais forem às formas aos quais estão sendo moldados, observando suas dimensões e serviços por eles solicitados.

Os polímeros pertencentes a esse grupo também podem ser dissolvidos por solventes adequados capazes de romper suas ligações moleculares. A estes materiais fazem parte os que possuem cadeias lineares e ramificadas.

Para os polímeros termorrígidos (ou termofixos) ocorre algo semelhante aos termoplásticos, mas sua principal diferença se dá ao fato de que o ciclo de aquecimento e resfriamento não pode ser repetido, sendo moldados apenas uma vez.

“Ao serem aquecidos os termofixos formam ligações cruzadas entre as cadeias lineares, criando uma estrutura de cadeia tridimensional que impede um novo deslocamento das moléculas do polímero. Com o aquecimento e pressão, somente haverá o rompimento da cadeia, resultando em séria degradação das propriedades” (SICHIERI *et al*, 2005, p.31), ou seja, as moléculas não deslizam umas sobre as outras, antes se cruzam e se embaraçam não voltando à forma inicial. Este plástico torna-se rígido (aí se dá o nome termorrígido) e um novo aquecimento poderá queimá-lo ou calciná-lo. Portanto, as chances deste material ser reciclado são mínimas ou praticamente nulas. O epóxi, o poliéster, o poliuretano e silicone são exemplos de termorrígidos que se encontram em estado líquido tornando-se rijos reagindo

com produtos químicos (endurecedores) à temperatura ambiente. Vejamos alguns polímeros termoplásticos e termofixos no quadro 9.

<i>Tipo do Material</i>	<i>Nomes Comerciais</i>	<i>Principais Características de Aplicação</i>	<i>Aplicações Típicas</i>
<b>Polímeros Termoplásticos</b>			
Acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS)	Abson Cycolac Kralastic Lustran Novodur Tybrene	Excepcional resistência e tenacidade; resistente à distorção térmica; boas propriedades elétricas; inflamável e solúvel em alguns solventes orgânicos	Revestimentos de refrigeradores, equipamentos para grama e jardim, brinquedos, dispositivos de segurança em auto-estradas
Acrílicos (polimetilmetacrilato)	Acrylite Diakon Lucite Plexiglas	Excepcional transmissão da luz e resistência às intempéries; propriedades mecânicas apenas regulares	Lentes, recipientes transparentes de aeronaves, equipamentos de desenho, cartazes de rua
Fluorocarbonos (PTFE ou TFE)	Teflon Fluon Halar Halon Hostaflon TF	Quimicamente inertes em quase todos os ambientes, excelentes propriedades elétricas; baixo coeficiente de atrito; podem ser usados a até 260°C (500°F); relativamente fracos e propriedades de escoamento a frio ruins	Vedações anticorrosivas, válvulas e tubulações para produtos químicos, mancais, revestimentos anti-adesivos, peças de componentes eletrônicos para operação a altas temperaturas
Poliamidas (náilons)	Nylon Durethan Herrox Nomex Ultramid Zytel	Boa resistência mecânica; resistência à abrasão e tenacidade; baixo coeficiente de atrito; absorvem água e alguns outros líquidos	Mancais, engrenagens, cames, buchas, cabos e puxadores, e revestimentos para fios e cabos
Policarbonatos	Baylon Iupilon Lexan Makrolon Merlon Nuclon	Dimensionalmente estáveis; baixa absorção de água; transparentes; resistência ao impacto e ductilidade muito boas; a resistência química não é excepcional	Capacetes de segurança, lentes, globos de luz, bases para filmes fotográficos
Polietileno	Alathon Alkathene Ethron Fortiflex Hi-fax Petrothene Rigidex Zendel	Quimicamente resistente, e isolante elétrico; duro e coeficiente de atrito relativamente baixo; baixa resistência e resistência às intempéries ruim	Garrafas flexíveis, brinquedos, tambores, peças de baterias, bandejas de gelo, materiais para películas de embalagens
Polipropileno	Bexphane Herculon Meraklon Moplen Poly-pro Pro-fax Propathene	Resistente a distorção pelo calor; excelentes propriedades elétricas e resistência a fadiga; quimicamente inerte; relativamente barato; resistência ruim a luz ultravioleta	Garrafas esterilizáveis, películas para embalagens, gabinetes de televisores, malas de bagagem.
Poliestireno	Carinex Celatron Hostyren Lustrex Styron Vestyron	Propriedades elétricas e clareza ótica excelentes; boa estabilidade térmica e dimensional; relativamente barato	Azulejos de paredes, caixas de baterias, brinquedos, painéis de iluminação interna, carcaças de instrumentos
Vinís	Darvic Exon Geon Pee Vee Cee Pliovic Saran Tygon	Bons materiais de custo reduzido para uso geral; normalmente rígidos, mas podem ser feitos flexíveis pela adição de plasticizantes; frequentemente copolimerizados; suscetíveis a distorção térmica	Revestimentos de piso, tubulações, isolamento elétrico de fios, mangueiras de jardim, discos fonográficos
Poliéster (PET ou PETE)	Celanar Crastin Dracon Hylar Melinex Mylar Terylem	Uma das películas plásticas mais resistentes; excelentes resistências a fadiga e a ruptura, e resistência a umidade, ácidos, graxas, óleos e solventes	Fitas de gravação magnética, vestimentas, cordões de pneus de automóveis, recipientes de bebidas

Quadro 9 - Nomes comerciais, características e aplicações típicas dos materiais plásticos (continua).

<i>Polímeros Termofixos</i>			
Epóxis	Araldite Epikote Epon Epi-rez Lekutherm Nepoxide	Excelente combinação de propriedades mecânicas e resistência a corrosão; dimensionalmente estáveis; boa adesão; relativamente baratos; boas propriedades elétricas	Moldes Elétricos, ralos, adesivos, revestimentos protetores, usados com laminados de fibra de vidro
Fenólicos	Bakelite Amberol Arofone Durite Resinox	Excelente estabilidade térmica até acima de 150°C (300°F); podem ser combinados com um grande número de resinas, enchimentos etc.; baratos	Carcaças de motores, telefones, distribuidores de automóveis, acessórios elétricos
Poliésteres	Aropol Baygal Derakane Laguval Laminac	Excelentes propriedades elétricas e baixo custo; podem ser formulados para uso a temperatura ambiente ou a altas temperaturas; geralmente reforçados com fibras	Capacetes, barcos em fibra de vidro, componentes de carrocerias de automóveis, cadeiras, ventiladores.

Quadro 9 - Nomes comerciais, características e aplicações típicas dos materiais plásticos.  
FONTE: CALLISTER, 2002.

*Quanto ao comportamento mecânico*, ou seja, a resistência mecânica por solicitações sujeitas a estes materiais é comum enquadrá-los em três grandes grupos: *elastômeros, plásticos e fibras*. Existem diferentes tipos de materiais poliméricos para uma diversidade de aplicações, além dos citados acima podemos encontrar também os revestimentos, os adesivos, as espumas e as películas.

Uma classificação simples e sucinta se dá principalmente devido a assimilação das características mecânicas distintas para cada um dos constituintes poliméricos. Podemos notar sua diversificação através do comportamento tensão-deformação apresentados por três tipos de materiais na figura 11.

A curva A mostra que este sofre fratura enquanto deforma-se elasticamente, sendo, portanto, um polímero frágil. A curva B trata de um material cuja deformação elástica é seguida por escoamento e por uma região de deformação plástica, esse comportamento é próprio de materiais plásticos. Por fim, a curva C apresenta deformação totalmente elástica, cujas características típicas de borracha representam os polímeros conhecidos como elastômeros, onde grandes deformações recuperáveis são produzidas, mesmo sob pequenos níveis de tensão.

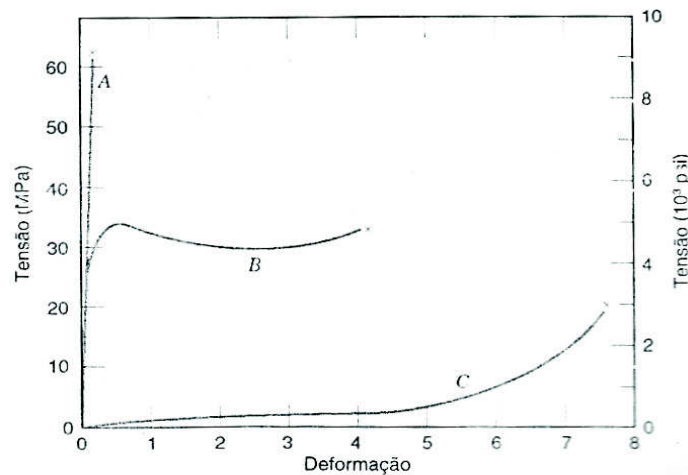


Figura 11 - Comportamento tensão-deformação para polímeros frágeis (curva A), plásticos (curva B) e altamente elásticos (curva C).

FONTE: CALLISTER, 2002.

- Os elastômeros: Uma das principais características desses materiais é a elasticidade. É aprovável que as borrachas naturais tenham sido os primeiros materiais nos quais essa propriedade foi observada. Em um estado de tensões, um elastômero será amorfo e composto por cadeias moleculares altamente torcidas, dobradas e espiraladas. A deformação elástica, mediante a aplicação de uma carga de tração, consiste em desenrolar, distorcer e retificar as cadeias apenas parcialmente e, como resultado, alongá-las na direção da tensão. “Com a liberação da tensão, as cadeias se enrolam novamente de acordo com as suas conformações antes da aplicação da tensão e a peça macroscópica retorna à sua forma original” (CALLISTER, 2002, p.339).

Apesar das borrachas possuírem estrutura molecular similar às dos termorrígidos, podemos contar com as borrachas do tipo termoplásticas, cuja matriz termoplástica atribui características flexíveis possibilitando sua moldagem e reciclagem.

- Os plásticos: O termo plástico vem do grego, e significa “adequado à moldagem”. Dentre os materiais poliméricos em geral, o plástico provavelmente é o mais utilizado. Essa afirmação baseia-se no fato de que dentro da classificação dos plásticos se

enquadram o maior número de materiais em grande variedade de combinações de propriedades. São encontrados plásticos rígidos e flexíveis, cujos comportamentos exibem desde deformações elásticas ou plásticas em estados de tensão a consideráveis deformações antes da fratura.

Plásticos rígidos são os que à temperatura ambiente suportam um alto grau de tensão, isto é, são resistentes quando se tenta puxá-los ou esticá-los, mas, ao contrário dos elastômeros, não experimentam muita deformação antes de se romperem. Já os plásticos flexíveis não resistem tanto à deformação quanto os rígidos e por isso são mais resistentes à ruptura. A diferença básica entre eles é que para romper um plástico rígido se faz necessária muita tensão, mas não muita energia (são plásticos rígidos, mas frágeis), ao passo que plásticos flexíveis, apesar de sofrerem ruptura a uma tensão menor, absorvem mais energia - que é dissipada com sua deformação - precisando então, de mais energia que os plásticos rígidos para serem rompidos (são plásticos menos rígidos e menos frágeis) (PUC, 2007).

- As fibras: Os polímeros na forma de fibras são encontrados em sua maioria na indústria têxtil. É necessário que a fibra possua uma gama de propriedades físicas e químicas para que atenda às solicitações de uso do material têxtil, onde estão sujeitas a uma série de deformações mecânicas, por exemplo, estiramento, torção, cisalhamento e abrasão. Devem também possuir um limite de resistência à tração elevado (ao longo de uma faixa de temperatura relativamente ampla) e um módulo de elasticidade alto, além de serem resistentes à abrasão. Essas propriedades são controladas pela química das cadeias dos polímeros e também pelo processo de estiramento da fibra.

A fibra é um termo geral que designa um corpo flexível, cilíndrico, com pequena seção transversal, com elevada razão entre o comprimento e o diâmetro (superior a 100). Engloba macromoléculas lineares, orientáveis longitudinalmente, com estreita faixa de extensibilidade, parcialmente reversível (como os plásticos), resistindo a variações de temperatura de -50 a +150°C, sem alteração substancial das propriedades mecânicas: em alguns casos, são infusíveis (MANO, 1999, p.15).

As principais fibras poliméricas são: náilons, poliésteres lineares saturados - principalmente o poli(tereftalato de etileno), poli(acrilonitrila) e fibras poliolefínicas.

*Quanto à escala de fabricação e tipo de aplicação* podemos classificar os plásticos em três tipos: os plásticos de comodidade ou *commodities*, consumidos em grande quantidade com preço relativamente baixo comparado aos outros termoplásticos e de fácil



processamento. Suas propriedades físicas são inferiores por se tratarem de plásticos para uso geral. Como exemplo temos o polietileno, o poliestireno, o polipropileno, o PVC, etc. Os plásticos de engenharia ou *engineering resins*, são produzidos em quantidades menores com preço relativamente mais alto que os de uso geral, o que representa propriedades físicas e químicas superiores e melhoradas conforme o uso a que se destina. Podemos citar como exemplo de plásticos de engenharia os poliacetais, as poliamidas(nylons), os policarbonatos e os poliésteres (PET e PBT).

Outro tipo são os plásticos de especialidades ou *specialities*, são produzidos em menor escala para fins específicos e possuem um conjunto de propriedades incomuns. Representam as últimas conquistas no desenvolvimento de termoplásticos, são eles, copolímero de eter fenileno(prevox), polisulfeto de fenileno(ryton), poli(óxido de metileno), poli(cloreto de vinilideno), etc.

*Quanto ao tipo de reação*, os polímeros passam por um conjunto de reações que provocam a união de pequenas moléculas para a formação das muitas cadeias macromoleculares por ligação covalente, o que compõem um material polimérico. Chamamos o conjunto de reações de síntese de um polímero ou polimerização.

A polimerização pode envolver reações de adição, ou *poliadições* (“polyadditions”) e reações de condensação, ou *policondensação* (“polycondensations”). Os polímeros de adição em geral têm cadeia regularmente constituída por apenas átomos de carbono, ligados covalentemente; por exemplo, polietileno, poliestireno, poli(metacrilato de metila). Os polímeros de condensação apresentam em sua cadeia principal não apenas átomos de carbono, mas também átomos de outros elementos, como oxigênio, nitrogênio, enxofre, fósforo, etc; por exemplo, poli(tereftalato de etileno). Entretanto, quando o monômero é um aldeído ou uma lactama, a poliadição ocorre respectivamente através da carbonila ou pela abertura do anel lactâmico, resultando a presença de heteroátomos na cadeia principal, por exemplo polioximetileno e policaprolactama. Há ainda outros casos em que as características de ambos os tipos de reação estão associados; por exemplo, na formação de poliuretanos (MANO, 1999, p. 39).

Os polímeros de adição são aqueles correspondentes aos polímeros de comodidades e representam quase 50% do total produzido no mundo. Já os polímeros de condensação

produzem, além dos polímeros tradicionais, os considerados até pouco tempo de novos materiais, polímeros de especialidade.

## **2.2 Breve histórico de obtenção da resina e definições**

Coube aos químicos britânicos Whinfield e Dickson, na década de 40, o desenvolvimento do Poli (Tereftalato de Etileno) um importante polímero termoplástico da atualidade. O PET, como é comumente conhecido, é considerado o mais importante da família dos poliésteres. Muito embora os poliésteres sejam conhecidos desde a década de 30, a primeira síntese do polímero com alto peso molecular foi sustentada em 1942, com potencial reconhecido na época para aplicações como fibra (SILVA, 2003 *apud* MARANGON, 2004).

A produção em larga escala do poliéster iniciou na década de 50, depois da Segunda Grande Guerra, nos EUA e Europa, ainda no segmento das indústrias têxteis. As primeiras garrafas produzidas em PET foram fabricadas nos EUA somente na década de 70, mas precisamente em 1977. No final do mesmo período, o uso do Polietileno Tereftalato apresentou notável crescimento devido a sua utilização na produção de garrafas para refrigerante. Contudo, as garrafas tipo PET tornaram-se disponíveis no Brasil apenas em 1989 (SILVA, 2003 *apud* MARANGON, 2004). Onde expandiram-se no mercado de embalagens no ano de 1993.

A idéia de reciclar o PET começou nos Estados Unidos e no Canadá no início dos anos 80. As garrafas eram coletadas, recicladas e usadas como enchimento de almofadas; a partir da melhoria na qualidade do PET reciclado, foram surgindo outras importantes aplicações. Hoje, é possível até reciclar o PET para o uso de embalagens multicamadas, destinadas ao acondicionamento de bebidas carbonatadas não alcoólicas, até então proibido, por se tratar de

um resíduo sólido. Seu uso foi regulamentado pela portaria nº 987 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, publicada em dezembro de 1998, desde que neste tipo de embalagem, haja duas camadas feitas de plástico virgem e uma camada intermediária feita de plástico reciclado, não possibilitando o contato do reciclado com a bebida.

Atualmente, segundo Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM (2008), três empresas são responsáveis pela fabricação da resina PET no Brasil. Em ordem de maior produção, temos: a M&G Polímeros, em Pernambuco; a M&G Fibras e Resinas, em Minas Gerais e Pernambuco; a Braskem, na Bahia, com uma produção de 450.000, 295.500 e 78.000 respectivamente, somando um total de 820.500 t/ano.

Segundo Piva & Wiebeck (2004), o PET é uma macromolécula que pode ser produzida no estado amorfo ou cristalino. É o polímero formado pela reação do ácido tereftálico e o etilenoglicol. Por sua vez, o ácido tereftálico é obtido pela oxidação do p-xileno, enquanto o etilenoglicol é sintetizado a partir do eteno, sendo ambos no Brasil produtos da indústria petroquímica (MARAGON, 2004).

Inicialmente o PET era na realidade apenas obtido a partir do éster do ácido tereftálico, o dimetil tereftalato-DMT (figura 12), devido à dificuldade de obtenção do ácido com a pureza suficiente para a aplicação. Essa reação é conhecida como transesterificação e ainda hoje é uma das rotas utilizadas para a síntese do PET. O desenvolvimento de processos adequados à purificação do ácido tereftálico-PTA (figura 12) permitiu a produção comercial do PET pela rota de esterificação direta, hoje também muito utilizada para a fabricação do PET (MARAGON, 2004).

Independentemente da via química escolhida, industrialmente as resinas de PET são produzidas em duas fases. Para a primeira, a resina resultante é amorfa, sendo para a segunda fase cristalizada e polimerizada continuamente, obtendo um sensível aumento de viscosidade intrínseca. A diferença no uso está no material a ser transformado, a resina PET para

embalagens rígidas possui maior viscosidade intrínseca que a do PET para aplicações de filmes e fibras.

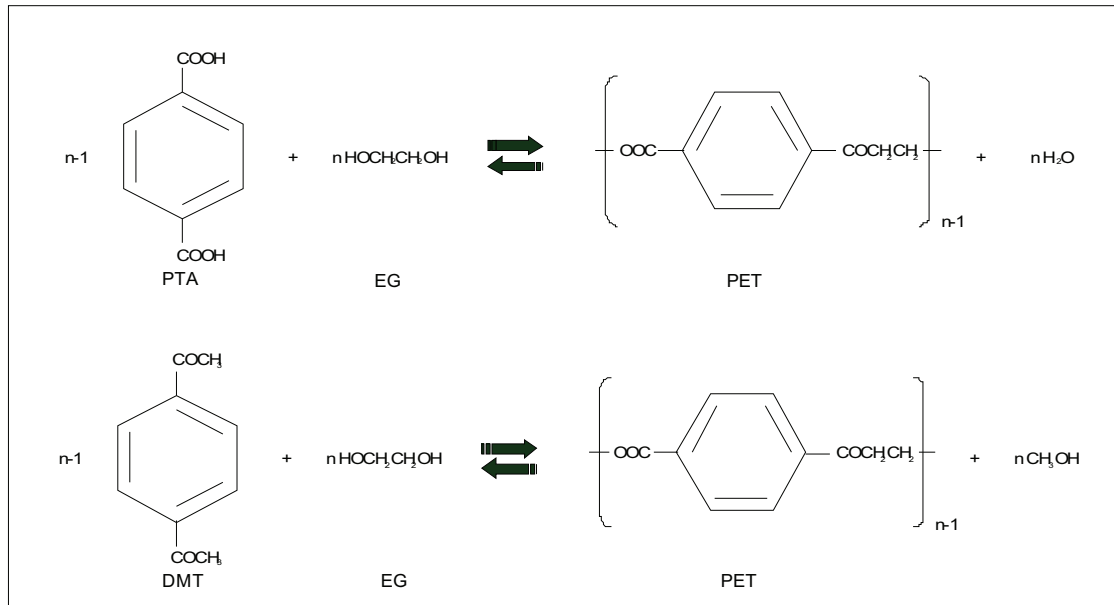


Figura 12 - Rotas de produção do PET.  
FONTE: VORIDIAN, 2002.

## 2.3 Características gerais do PET

Apresentaremos a seguir, as principais características do plástico PET para compreensão de suas propriedades e alternativas de uso.

### 2.3.1 Aspectos morfológicos

O termo que refere-se ao modo como todas as estruturas físicas das partículas de uma resina de PET encontram-se organizadas, é chamado morfologia. Essa morfologia de partícula, definida durante a polimerização, influencia fortemente a processabilidade e as

propriedades físicas do produto final. Tais propriedades dependem do grau de cristalização, tipo e tamanho dos cristais, orientação das cadeias moleculares e dos cristais (ABIPET, 2008).

De acordo com Callister (2002, p. 320), “imaginamos a cristalinidade dos polímeros como sendo o empacotamento de cadeias moleculares de modo tal a produzir uma matriz atômica ordenada”. “Alguns polímeros, uma vez solidificados, possuem arranjos cristalinos regulares dispostos em padrões estruturais repetidos (base centrada, corpo centrado, face centrada etc.), caracterizando-os como *materiais cristalinos*” (MARCZAK, 2004, p.12, grifo nosso). Já os materiais que não possuem estrutura cristalina são chamados de *amorfos* (MARCZAK, 2004, p.12, grifo nosso), suas cadeias moleculares embaraçadas lembram fios de espaguete. Contudo, o *grau de cristalização* de um polímero depende de seu resfriamento durante o processo de solidificação e da configuração da cadeia molecular.

O PET é uma macromolécula linear que pode ser produzida no estado amorfo ou cristalino (PIVA & WIEBECK, 2004, p.84). Sua morfologia depende das condições de processamento, ou seja, como é conduzido o resfriamento da resina fundida. Quando ocorre o rápido resfriamento da resina PET ele é considerado amorfo, constituindo um sólido transparente com baixas propriedades físicas, como baixa barreira a gases; e mecânicas, como baixa resistência mecânica e baixo módulo de elasticidade. Quando ocorre um resfriamento lento do PET, resulta em um sólido branco, opaco, frágil, com maior resistência térmica e mecânica.

Callister (2002, p. 320) descreve: “como consequência dos tamanhos e da sua freqüente complexidade, as moléculas dos polímeros são, com freqüência, apenas parcialmente cristalinas (ou semicristalinas), possuindo regiões cristalinas que se encontram dispersas no interior do material amorfo restante”. Desta forma podemos dizer que o PET enquadra-se na categoria dos polímeros semicristalinos.

A cristalinidade nos polímeros desempenha um papel muito importante em suas aplicações, pois quanto maior for sua cristalinidade, mais elevadas serão as propriedades de densidade, rigidez, estabilidade dimensional, resistência química, resistência à abrasão, temperatura de fusão ( $T_m$ ), temperatura vítrea ( $T_g$ ), temperatura de utilização etc. (SICHIERI *et al*, 2005, p. 54).

As propriedades dos polímeros também variam progressivamente com o *peso molecular*, este corresponde a medida do comprimento da cadeia de um polímero. Quando este comprimento é alterado mudam-se as propriedades finais do material o que facilita a sua moldagem quando fundido. De acordo com essa afirmação a temperatura de fusão ou amolecimento é uma das propriedades que são afetadas pela magnitude do peso molecular, quanto maior o peso molecular maior a temperatura de fusão.

Para entendermos melhor essa afirmação, devemos tomar conhecimento que os polímeros possuem uma unidade de repetição com determinado peso molecular ( $PM_{ur}$ ), também chamada de grupo molecular. O número dessas unidades em uma cadeia de polímeros é denominado de *grau de polimerização* ( $n$ ). Por exemplo, se o polímero possui peso molecular 60 e a cadeia possui 1.000 unidades de repetição, então o polímero tem um peso molecular de 60.000. Logo, o peso molecular ( $M$ ) nos permite conhecer o quão longa é a cadeia de um polímero. Sendo:

$$M = n \times PM_{ur}$$

A determinação da propriedade conhecida como viscosidade intrínseca do polímero também permite estimar seu peso molecular. Para o PET, o valor encontra-se em torno de 15.000 a 42.000, com valores de viscosidade intrínseca em torno de 0,65dl/g, para aplicações como suporte de filme metálico para estampagem em plásticos, fitas magnéticas para gravação, mantas para filtros industriais, embalagens de alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos, filmes e placas para radiografia, fotografia e reprografia, impermeabilização de

superfícies, frascos para refrigerantes gaseificados, fibras têxteis, dentre outros (MANO, 1991 *apud* MARANGON, 2004).

Há vários tipos de PET que podem ser classificados em dois grandes grupos principais: (1) Polietileno Tereftalato de baixa viscosidade intrínseca (inferior a 0,7), usado para produção de fibras e filmes; e (2) Polietileno Tereftalato de alta viscosidade intrínseca (acima de 0,7), usado para produção de chapas, embalagens sopradas (frascos, garrafas) e plásticos de engenharia. As propriedades do PET requeridas para cada tipo de aplicação, variam para cada tipo de uso, podendo-se destacar as seguintes: inflamabilidade, transparência e propriedades de barreira (MONTENEGRO *et al*, 2007).

### **2.3.2 Principais propriedades x fatores determinantes**

Segundo Awaja & Pavel (2005), o PET virgem é considerado como um dos mais importantes polímeros de engenharia nas duas últimas décadas devido ao rápido crescimento na sua utilização. É considerado um excelente material para muitas aplicações e é amplamente utilizado como recipientes (garrafas) que comportam líquidos. Para os autores, possui excelente resistência à tração e impacto, resistência química, clareza, processabilidade, cor e razoável capacidade de estabilidade térmica. Conta com outras propriedades como aparência nobre (brilho e transparência), parcialmente cristalino e orientado (translúcido), barreira a gases, entre outras (MANO, 1991 *apud* MARANGON, 2004).

São muitos os fatores que ditam as propriedades de um determinado tipo de polímero PET. Falamos no tópico anterior (2.3.1 Aspectos morfológicos) que suas propriedades dependem dos aspectos morfológicos: como grau de cristalização, peso molecular, viscosidade intrínseca, etc. Mas, é necessário conhecermos também características como o

tipo de transformação a que foi submetido, o tipo de aplicação a que se destina, as condições de reprocessamento para PET pós-consumo, bem como as contaminações incorporadas no mesmo, assim como os aditivos e cargas usadas como reforço, dentre outros.

Os padrões para comercialização do PET quanto às suas propriedades físicas e químicas são apresentados na tabela 4.

<i>Propriedades</i>	<i>Teste</i>	<i>Valor (unit)</i>
Peso Molecular (unidade de repetição)	-	192 (g mol <sup>-1</sup> )
Parâmetros Mark-Houwink	-	$k=3.72 \times 10^{-2}$ (ml g <sup>-1</sup> ) $a=0.73$
Peso molecular médio	-	30,000-80,000 (g mol <sup>-1</sup> )
Densidade	-	1.41 (g cm <sup>-3</sup> )
Temperatura de transição vítrea	DSC	69-115 (°C)
Temperatura de fusão	DSC	265 (°C)
Calor de fusão	DSC	166 (J/g)
Resistência à ruptura	Tensão	50 (Mpa)
Resistência à tração	-	1700 (Mpa)
Deformação	Tensão	4 (%)
Resiliência	ASTM D256-86	90 (J m <sup>-1</sup> )
Absorção de água (após 24h)	-	0.5 (%)

Tabela 4 - Propriedades físicas e químicas do PET.  
FONTE:Awaja & Pavel, 2005.

Marangon (2004) descreve o processo de fabricação de frascos e potes de PET e suas implicações às propriedades do polímero:

As etapas envolvem a secagem da resina, a injeção em pré-forma e o sopro da embalagem, respectivamente, com bi-orientação. A secagem é fundamental para evitar a degradação da resina durante o ciclo térmico da injeção, que acarretaria a redução do peso molecular do PET (comprometendo a sua resistência). Para a injeção, a resina é aquecida a temperaturas da ordem de 270°C, injetada nas cavidades do molde e resfriada muito rapidamente de forma a manter a estrutura molecular predominantemente amorfa (baixo grau de cristalinidade). O sopro da embalagem é feito à temperatura de 90 a 100°C suficiente para moldar o PET na sua forma predominante amorfa. Dentro da janela de sopro, quanto menor a temperatura, melhor serão as resistências ao impacto e à carga vertical da garrafa.

Para a autora, a estrutura amorfa confere à embalagem a transparência desejada e flexibilidade suficiente para garantir boa resistência ao impacto, que é sensivelmente melhorada pela bi-orientação durante o sopro. No que se refere ao processamento, a velocidade de resfriamento das pré-formas, que determina o grau e a distribuição da



cristalinidade, e o grau de estiramento durante o sopro são fatores para a resistência ao impacto da embalagens.

A determinação da propriedade conhecida como viscosidade intrínseca do polímero, permite estimar seu peso molecular (MARANGON, 2004). De acordo com o comprimento da cadeia molecular, o PET pode ser usado em diferentes aplicações resultando nas propriedades específicas de uso para cada produto apresentado na tabela 5.

<i>Aplicações</i>	<i><math>[\eta]</math> (dl g<sup>-1</sup>)</i>
Fitas para gravação	0.60
Fibras	0.65
Garrafas para bebidas carbonatadas	0.73 – 0.8
Indústria de pneumáticos	0.85

Tabela 5 - Exemplos de viscosidade intrínseca do PET para diferentes aplicações.  
FONTE: Awaja & Pavel, 2005.

Quando tratamos das propriedades de um material transformado, segundo muitos pesquisadores, estas dependem de uma reciclagem bem sucedida. Para que isto ocorra, os flocos de PET deverão satisfazer determinados requisitos mínimos. Exemplos dos requisitos dos flocos reciclados são os resumidos na tabela 6.

<i>Propriedade</i>	<i>Valor</i>
Viscosidade intrínseca	>0.7 dl g <sup>-1</sup>
Temperatura de fusão cristalina	>240°C
Teor de água	<0.02wt.%
Tamanho dos flocos	0.4 mm < D < 8 mm
Corante	<10 ppm
Índice de amarelamento	<20
Metal	<3 ppm
PVC	<50 ppm
Poliolefina	<10 ppm

Tabela 6 - Requisitos mínimos para processamento de flocos de PET pós-consumo.  
FONTE: Awaja & Pavel, 2005.

O principal fator que afeta os flocos de PET pós consumo e seu uso na reciclagem é o nível e a natureza dos contaminantes presentes nos flocos. A contaminação do PET pós-consumo é a principal causa de deterioração das suas propriedades físicas e químicas durante

o reprocessamento, sua minimização conduz-se a uma melhor qualidade do produto (AWAJA & PAVEL, 2005).

A presença de substâncias contaminantes como os ácidos, as bases, os solventes, a água etc, podem induzir à *degradação química* por reações como a catalização da hidrólise a altas temperaturas (abaixo de 200°C), ocorrendo uma redução de viscosidade intrínseca ocasionando perda de propriedades mecânicas, transparência e difícil processamento. A maior parte dos ácidos nocivos para a reciclagem são o ácido acético, que é produzido pelo poli (vinil acetato), os ácidos produzidos por adesivos e o ácido clorídrico que é produzido por PVC, que acabam agindo como catalisadores para a cisão das reações de cadeias durante o processamento do PET. A umidade deve ser inferior a 0.02%, onde parte da água absorvida pelos flocos no processo de lavagem, pode ser reduzida substancialmente pela secagem.

Os melhoramentos na triagem e lavagem durante a reciclagem de garrafas pode reduzir contaminantes de coloração de garrafas e rótulos impressos, que provoca indesejáveis cores durante o processamento. Quando se trata do armazenamento de contaminantes como detergentes, combustíveis, pesticidas etc; os vestígios dessas substâncias podem oferecer perigo a saúde se permanecem depois da reciclagem.

A maior preocupação durante o reprocessamento de polímeros é manter suas propriedades, pois a degradação pode ser iniciada por cisalhamento, calor, oxigênio, resíduos de catalisador, etc, conduzindo além da degradação química, à térmica e mecânica, etc, ou ainda uma combinação destas (SPINACÉ, 2000).

Quando o polímero é submetido à temperaturas elevadas ele está susceptível à *degradação térmica* que pode ocasionar a despolimerização e cisão das cadeias poliméricas dentre outros. O grau de degradação dependerá da temperatura, tempo de aquecimento, presença de aditivos e massa molar durante o processamento, a secagem ou modificação com extensores de cadeia (SPINACÉ, 2000).

A *degradação mecânica* ocorre porque durante o processamento o polímero é submetido a cisalhamento que pode ser por atrito ou estiramento. Quando aplicada uma tensão durante o cisalhamento esta concentra-se no meio da cadeia e a quebra ocorre preferencialmente neste ponto. A massa molar do polímero tem relação direta com a degradação, e a velocidade aumenta em função do aumento da massa molar (SPINACÉ, 2000).

Além das formas já citadas, as propriedades do PET podem ser alteradas com a mistura de aditivos, corantes, cargas e reforços. Trata-se de um ajuste fino das propriedades de acordo com a aplicação desejada.

O PET normalmente não necessita de adições de plastificantes ou outros aditivos para seu processamento (GORNI, 2000). Os aditivos são substâncias estranhas ao polímero, adicionadas em pequenas quantidades modificando seu comportamento básico e melhorando seu desempenho, ocasionando mudança de propriedades específicas. Os tipos mais importantes são os plastificantes, que facilitam a moldagem dos componentes plásticos, e os estabilizantes, adicionados para reduzir o efeito dos agentes agressivos do meio, como a radiação ultravioleta e o calor (AGOPYAN & FIGUEIREDO, 2002).

As cargas, também chamadas de substituintes de volume, pois há introdução de uma carga de baixo custo no composto a ser transformado para redução de custos, são classificadas em granulares e fibrosas (AGOPYAN & FIGUEIREDO, 2002), ocasionando mudança na resistência. No PET, a carga mais usada é a fibra de vidro, normalmente direcionada para peças moldadas por injeção de alto desempenho.

Segundo Parente (2006), a adição de fibras aumenta substancialmente o módulo de elasticidade, como é o caso do PET que, formando compósito, com 30% de fibra de vidro, dobrou sua rigidez. Além disso, para o autor a adição de fibras nos plásticos pode também para atenuar os fenômenos dependentes do tempo, como a fluência e a relaxação.

Um outro grupo de aditivos são os corantes, que dão a cor desejada ao material. Podem ser cargas orgânicas ou pós inorgânicos (MARKCZAK, 2004). Segundo o autor, o corante escolhido deve ser compatível com o material base, método de processamento e aplicação desejada para o componente. Por exemplo, se a peça final será exposta ao meio ambiente, deverá suportar variações de temperatura e o envelhecimento decorrente.

Outras propriedades gerais que podemos apresentar são: a solubilidade e a reciclabilidade.

A solubilidade dos polímeros está relacionada com a absorção de água e outros solventes, afetando propriedades mecânicas. O teste de solubilidade é útil para reforçar conclusões sobre o tipo de resina que está sendo analisada, segundo quadro 10 o PET é um material resistente a uma série de solventes.

<i>Resina</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Tolueno</i>	<i>Cloreto de metileno</i>	<i>Acetona</i>	<i>Acetato de etila</i>	<i>Ciclo hexanona</i>
Polietileno	-	-	-	-	-	-
Polipropileno	-	-	-	-	-	-
Poliestireno	+	+	+	+	+	+
ABS	#	+	+	+	+	+
PVC rígido	-	-	-	+	+	+
PVC flexível	-	#	#	#	#	+
PET	-	-	-	-	-	-

Observação: (-) Insolúvel; (+) Solúvel; (#) Mela e/ou incha.

Quadro 10 - Solubilidade de alguns polímeros em solventes orgânicos.  
FONTE: Piva & Wiebeck, 2004.

A reciclabilidade em polímeros é possível somente nos termoplásticos, os plásticos mais utilizados para reciclagem são os consumidos em grande quantidade como o PE e o PET, se não fosse isso seria economicamente inviável comparado a outros materiais como aço, alumínio etc. Esta propriedade torna-se importante pelo seu grande potencial ecológico, pois através da reciclagem uma série de benefícios são levados em consideração.

### **2.3.3 O PET reciclado como material de construção alternativo**

Com múltiplas ampliações na produção industrial, o PET tornou-se nos últimos anos presença constante no cotidiano dos consumidores, colocando importantes desafios para o entendimento da complexa cadeia de reciclagem e das possibilidades de avanço de práticas e políticas de gestão ambiental (DIAS & TEODÓSIO, 2006).

Visando reduzir o descarte dos polímeros reciclados é conveniente que estes sejam utilizados em aplicações de longa vida útil, como pavimentação, construção civil, indústria automobilística, eletroeletrônica, etc. (SPINACÉ & DE PAOLI, 2005). Os polímeros têm sido cada vez mais solicitados na construção civil, e, de forma concomitante, a eficiência desses materiais está invadindo os projetos de edifícios, buscando substituir materiais considerados, até então, de maior nobreza como o aço, a madeira, o barro e o concreto, na execução de obras (SICHERI *et al*, 2005, p.119).

Atualmente, projetistas e engenheiros trabalham com os plásticos porque eles oferecem combinações de vantagens não encontradas em outros materiais, como baixo peso específico, resiliência, resistência à deterioração por decomposição e ataque a microorganismos, resistência à corrosão, resistência mecânica, transparência, facilidade de processamento e baixo custo de manutenção. Além disso, algumas de suas propriedades podem ser melhoradas com a utilização de blendas poliméricas e adição de cargas minerais e fibras de elevado módulo de elasticidade e resistência (CANDIAN, 2007, p.7).

Constituindo o plástico mais procurado para revalorização, o PET já é muito aplicado no segmento de vestuário. Contudo a construção civil têm ganhado importantes contribuições que competem com os materiais usualmente aplicados na execução de obras. Muitos pesquisadores, empresários e fabricantes de equipamentos, têm contribuído para o avanço das pesquisas a cerca desses produtos e seu efetivo emprego na construção civil.

Os materiais com destaque à construção, a partir de PET reciclado são: tubos, tintas, pisos, revestimentos, concretos com reforço de fibras, etc., bem como as telhas plásticas, principal foco de estudo desta pesquisa.

Os tubos consistem numa blenda de plásticos reciclados, com teor acima de 75% de PET pós-uso. São compostos por diâmetros de 40, 50, 75 e 100 mm, fabricados com base nas especificações da ABNT para os diâmetros interno, externo e espessura. Assim como, para resistência à temperatura, pressão interna e resistência ao impacto, sendo esta última propriedade atendida conforme exigência da norma NBR 5688. Uma vantagem dos tubos de PET em relação aos de PVC está na leveza do material para as mesmas espessuras de tubos, permitem adesão convencional de PET com PET, PET com PVC e PET com anel. Além de superar o PVC em algumas características técnicas, o tubo em PET é 15% mais barato (REVISTA PLÁSTICO MODERNO, 2003).

A matéria-prima para fabricação das tintas, ou seja, esmaltes e vernizes, são na verdade flocos de PET que se transformam em resina alquídica. Cada galão de 3,6 litros de tinta retira das ruas, em média, seis garrafas de PET de dois litros. Para tal aplicação é exigido domínio tecnológico sobre o processo e o sistema de filtração. Segundo a empresa recicladora, a produção de tintas já garantiu a retirada de 50 milhões de garrafas de PET do meio ambiente e reduz 40% do volume de efluentes em sua manufatura. A vantagem do produto está não somente na preservação ambiental, mas no desempenho do produto em PET que confere maior brilho, resistência superior à intempérie e maior durabilidade (REVISTA PLÁSTICO MODERNO, 2003).

A fórmica ou laminado de PET reciclado possui as mesmas aplicações do laminado fenólico e é produzida para revestir móveis, áreas de construção civil e decorações. Como os tubos em PET, o material empregado no laminado constitui numa blenda de plásticos reciclados composta por mais de 80% de PET pós-uso. Apresenta excelentes características de

coesão (colagem), é destacada a elevada resistência ao rompimento, ao amassamento e a produtos químicos domésticos, além de resistir à abrasão, ao impacto e a mudanças bruscas de temperatura. Atende as especificações da norma NBR 14535 que define as características necessárias aos laminados usados na indústria moveleira (REVISTA PLÁSTICO MODERNO, 2003).

O revestimento de PET tem vantagens adicionais em relação ao laminado de PVC, não libera substâncias quando aplicado pelo sistema de prensa aquecida (o PVC emite ácido clorídrico nesse processo) e não amarela sob a incidência de raios ultravioleta. É ainda fácil de moldar, manusear e cortar e se encontra em três padrões de textura: amadeirado, de alto brilho ou jateado (REVISTA PLÁSTICO MODERNO, 2003).

Torna-se também bastante atraente, a possibilidade de melhorar as propriedades do concreto utilizando fibras provenientes de garrafas PET. Está-se aliando, um benefício ambiental com a melhoria de um material importantíssimo nas obras de construção civil. Segundo Marangon (2004), para determinado teor de fibras, diante dos parâmetros analisados, o concreto com fibras recicladas apresenta melhor fluidez, maior resistência à compressão, maior resistência de tração à flexão e maior ganho de energia, sendo o material dúctil e não havendo em 180 dias processo de degradação das fibras.

A confecção de telhas plásticas a partir de flocos de PET pós-uso já está no mercado a algum tempo, apresenta-se como um material de belo acabamento, em cores variadas, cuja leveza e praticidade são seus pontos fortes. Pesam menos de 6kg/m<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 10 vezes menos que as telhas de barro, é de fácil execução e estão livres da porosidade que acumula resíduos de sujeira. São produzidas por injeção plástica com adição de proteção anti UV para proporcionar resistência à radiação solar e evitar degradação do produto (TELHAS LEVE, 2009).

O PET pós-consumo apresenta potencial de uso abrangente, seja pelo crescimento do apelo ambiental em relação à uma melhor destinação para este tipo de resíduo, pela disponibilidade de matéria-prima a ser reciclada, pelas propriedades favoráveis em substituição à outras matérias-primas, pelo custo do material reciclado, etc.

A utilização dos materiais reciclados na construção civil, configura num importante canal de eliminação de resíduos urbanos e que abre um leque de estudos a serem realizados em busca de novas formas de uso para o reciclado. No entanto, para os principais recicladores do PET há muitas barreiras a serem vencidas. Para fugir do lixão e das contaminações, muitos recorrem a cooperativas e sucateiros para obter material mais fácil de descontaminar. Um pensamento comum a todos se dá pela necessidade do incentivo no princípio da cadeia, o que significa desenvolver coleta seletiva. A coleta seletiva cria fluxo de retorno de matéria-prima para a indústria de forma organizada, constante, e de materiais de qualidade (REVISTA PLÁSTICO MODERNO, 2003).



## 3 GESTÃO DA QUALIDADE COMO FERRAMENTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

### 3.1 A importância da qualidade no setor da construção civil

Consoante à qualidade, Campus (1992) *apud* Werkema (1995, p.2) definem, “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

Outra definição relacionada se faz por Araújo e Redi (1997 *apud* LUZ, 2002, p.16): “qualidade é tudo o que alguém faz ao longo de um processo para garantir que um cliente, fora ou dentro da organização, obtenha exatamente aquilo que deseja”.

Quando tratamos de qualidade, também conhecida como qualidade intrínseca, esta dimensão da qualidade total se refere às características específicas dos produtos (bens ou serviços) finais ou intermediários da empresa, as quais definem a capacidade destes bens ou serviços de promoverem a satisfação do cliente. “A qualidade intrínseca inclui a qualidade do bem ou serviço (ausência de defeitos e presença de características que agradem ao consumidor), qualidade do pessoal, qualidade da informação, qualidade do treinamento, entre outros aspectos” (WERKEMA, 1995, p. 4). Os conceitos apresentados traduzem a importância dada à qualidade aplicada a setores distintos da economia brasileira.

A construção civil é um setor no contexto nacional de significativa influência por contribuir com benefícios ao desenvolvimento da sociedade. A construção e o crescimento de uma civilização andam juntos, aliados ao bem estar e à qualidade de vida do homem. Em diagnóstico da Indústria da Construção Civil Brasileira, Colombo & Bazzo (2000) afirmam que o setor tem papel importante no processo de desenvolvimento do Brasil:

a atividade construtora é uma das responsáveis pela criação das próprias bases da moderna sociedade industrial, assumindo a função de montagem da infra-estrutura

econômica e social indispensável ao prosseguimento do processo de industrialização”. O setor ainda serve de maneira eficaz para retomar o crescimento e diminuir o desemprego dada sua capacidade de gerar vagas diretas e indiretas no mercado de trabalho, absorvendo uma boa percentagem da mão-de-obra nacional. A “indústria da construção pode contribuir, de modo decisivo, para a solução de diferentes problemas estruturais que afligem o Brasil, ou seja, como forma de suprir o déficit habitacional.

A indústria da construção é responsável por 15,5% do Produto Interno Bruto - PIB brasileiro e, considerando seus efeitos indiretos e indutores na cadeia produtiva, esse valor chega a 19,8% do PIB, o que corresponde a cerca de um quinto da riqueza gerada no país. Deste montante, a construção de edifícios e obras é responsável pela parcela mais significativa, aproximadamente 60% da riqueza gerada. De acordo com FOSSATI (2004):

A construção civil é a maior empregadora industrial, sendo responsável por 3,92 milhões de empregos diretos e 15 milhões de postos de trabalho, se considerados os empregos derivados e efeitos por ela induzidos. Possui um extraordinário poder de geração e distribuição de renda, participando em média com 6% do total de salários pagos na economia nacional. Outra característica relevante é que possui um reduzido coeficiente de importação, utilizando predominantemente capital, tecnologia e insumos locais, regionais ou nacionais, resultando que sua expansão não pressiona a balança comercial pois apenas 2% dos seus insumos são importados (IPECE, 2003 *apud* FOSSATI, 2004, p.1).

Contudo, para que a indústria chegasse a patamares tão relevantes sofreu modificações importantíssimas. Durante a década de 80, a indústria da construção civil definia volumes e preços de obras e garantia altos lucros através da especulação imobiliária, do processo inflacionário e da relação paternalista com o governo. A composição de preços praticada pelas empresas do setor consistia na soma dos custos de produção acrescido do lucro “desejado”, considerando um patamar de preço estabelecido pela concorrência. De acordo com essa prática, as empresas não precisavam ser eficientes ou racionalizar seus custos para poderem participar do mercado (FABRÍCIO, 2002 *apud* FERREIRA, 2006, p.19).

Com a forte presença do governo na economia, exercia ação direta na contratação de obras e controle de financiamento para a construção de habitações, através da criação do Sistema Financeiro de Habitação – SFH e do Banco Nacional da Habitação - BNH, cujos objetivos eram reduzir o déficit habitacional crescente no país. Neste período, o BNH faliu e o

SFH reduziu o número de financiamentos concedidos, causando, assim, o colapso da política habitacional. O setor da construção civil sofreu uma forte estagnação, que ficou caracterizada pela redução do número de empresas construtoras atuantes no mercado e pela diminuição do número de empregados nessas empresas (REIS, 1998 *apud* FERREIRA, 2006, p.19).

Não obstante, a indústria da construção civil, e em particular o subsetor edificações, era frequentemente criticado pela sua baixa eficiência produtiva, pela imprevisibilidade de suas operações e pela qualidade de seus produtos aquém das expectativas, mostrando que os principais obstáculos ao desenvolvimento da construção civil no Brasil eram: falta de cultura voltada para o desenvolvimento da qualidade e da produtividade nas operações do setor, crescente descompasso entre as capacidades da mão-de-obra disponível no setor da construção civil em relação às exigências do seu processo tecnológico, carência de informações e garantias sobre o real desempenho de produtos e serviços na construção civil devido à escassez de textos normativos e sistematização dos conhecimentos (SCHMITT *et al*, 1992 *apud* COLOMBO & BAZZO, 2000, p.2).

As primeiras mudanças desse quadro iniciaram-se na década de 90, com transformações ligadas ao contexto econômico brasileiro e aos efeitos indiretos da globalização. Tais mudanças impulsionaram as indústrias brasileiras ou instaladas no país a um vigoroso processo de reestruturação produtiva visando atender às condições competitivas do mercado nacional e global (FERREIRA, 2006). Esta nova visão e necessidade do setor, trouxe ganhos advindos do aumento da produtividade e da qualidade, logo as empresas passaram a se preocupar mais com os custos de produção e tiveram que mudar sua postura no relacionamento com o mercado, com seus clientes, fornecedores, colaboradores e trabalhadores (SOUZA, 2004 *apud* FERREIRA, 2006, p.20).

A criação, em 1991, do Código de defesa do consumidor contribuiu com a obrigatoriedade do atendimento às exigências de normas e causou um aumento da

conscientização dos consumidores e das exigências dos clientes frente à qualidade dos produtos (FABRÍCIO, 2002 *apud* FERREIRA, 2006). Com a mudança e reflexão no setor, em relação as responsabilidades sobre a qualidade dos produtos, a construção civil valorizou a gestão da qualidade como uma variável de competitividade das empresas.

Surgiram movimentos pela qualidade no setor, que se baseavam não apenas na modificação da base técnica do processo de construção, mas também na reestruturação organizacional do setor, fazendo com que aspectos como qualidade e produtividade assumissem grande importância em termos de redução dos custos de construção, inclusive no setor público, com a exigência de transparência e maior eficiência nos gastos públicos, valorizando a eficiência e a qualidade nas obras.

Segundo Fabrício (2000) citado por Ferreira (2006, p.20), na primeira metade dos anos noventa, algumas empresas iniciaram a implantação de programas de gestão de qualidade como forma de ampliar a sua competitividade. Na segunda metade, a gestão da qualidade foi amplamente difundida no setor, com a valorização, pelo mercado, dos Sistemas de Gestão da Qualidade, conforme requisitos das normas da série ISO 9000. A partir dos princípios das normas do Sistema de Gestão da Qualidade, foram introduzidos programas setoriais da qualidade, como o Programa da Qualidade na Construção Habitacional do Estado de São Paulo – QUALIHAB e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção no Habitat - PBQP-H.

Para Souza & Tamaki (2004), a história do desenvolvimento da qualidade do setor da Construção Civil brasileira pode ser associada à história de como as organizações se adaptaram ao novo cenário econômico do País, caracterizado pela alta competitividade. Algumas organizações se adaptaram, outras mudaram de atividade, enquanto que as organizações que entenderam e aceitaram as mudanças de mercado – e, acima de tudo, investiram no desenvolvimento do processo produtivo, com a racionalização de processos em

obras, qualificação da mão-de-obra, desenvolvimento de sistema de gestão da qualidade e atendimento ao cliente – efetivamente prosperaram dentro deste mercado competitivo que hoje exige preço, qualidade e bom atendimento.

Segundo os autores, as mudanças não se restringiram somente às empresas construtoras. Todos os agentes da cadeia produtiva da construção – incorporadoras, projetistas, instituições financeiras, órgãos contratantes de projetos e obras, laboratórios de controle tecnológico, fornecedores de mão-de-obra e fabricantes de materiais – procuraram se adequar a essa nova realidade do mercado da construção, ressaltando-se entre eles os segmentos que englobam os fabricantes de materiais de construção, que foram os mais afetados pelas transformações do setor, já que fornecem recurso essencial para a construção.

Dada sua importância para o crescimento da sociedade, a construção civil têm apresentado mudanças contínuas e progressivas, em direção a um patamar mais alto de evolução na gestão empresarial (MELHADO, 1998 *apud* ANDRADE, 2003, p.1). São centenas as empresas construtoras que já estão certificadas pela ISO 9000, QUALIHAB e PBQP-H ou estão em processo de implantação de seus sistemas de gestão da qualidade e caminhando em direção à certificação.

A ISO 9001:2000, segundo Pessoa (*et al*, 2007), um dos mais difundidos modelos de sistema de gestão de qualidade, têm usada por muitas empresas em todo o mundo como base para certificação. A adoção desta norma dá-se por ser esta um Sistema de Gestão da Qualidade voltado para conquistar e conservar clientes, e também porque se faz necessário que clientes e fornecedores, a nível mundial, usem o mesmo vocabulário no que diz respeito a sistema de qualidade (PESSOA *et al*, 2007).

Para as empresas de construção civil é um diferencial os valores agregados pela aplicação de normas na melhoria da qualidade, e por conseguinte, na produtividade dessas empresas. A exemplo da ISO 9000, com características marcantes no gerenciamento, esta não

se restringe apenas em fornecer automaticamente controles para assegurar qualidade da produção e expedição, mas também reduzir o desperdício, tempo de paralisação da máquina e ineficiência da mão-de-obra, provocando, por conseguinte, aumento da produção (ROTHERY, 1995 *apud* CAMFIELD, 2003). Dentre outros, maior nível de organização interna da empresa, principalmente, maior satisfação aos clientes internos e externos gerando um ambiente de constante crescimento para o setor o qual é contemplado atualmente.

### **3.2 ISO 9001: 2000 – Contexto para a competitividade**

Atualmente, a prática de melhoria nas organizações, é premissa para a manutenção de sua competitividade (GONZALEZ & MARTINS, 2007). Uma empresa que pretende ser competitiva, precisa estimular o desenvolvimento de estruturas e processos cada vez mais eficazes e adotar modelo de gestão voltado para a racionalização, a qualidade dos produtos e serviços, a redução de custos, etc. Ou seja, precisa estar comprometida com a melhoria contínua (RAMPASSO, 2006). Logo, segundo Moura (1997 *apud* GONZALEZ & MARTINS, 2007) o primeiro passo para a busca da melhoria contínua é a implementação de um Sistema da Qualidade, por meio do qual a organização obterá uma padronização de seus procedimentos, sendo ponto de partida para a melhoria contínua.

A norma ISO 9001:2000, base normativa mais utilizada para a implantação de sistemas de gestão da qualidade, é uma das normas da série ISO 9000, que compreendem as atuais: (1) ISO 9000 – Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário; (2) ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos e; ISO 9004 – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho.

Sistemas de gestão refere-se a tudo o que a organização faz para gerenciar seus processos ou atividades (MELLO *et al*, 2002). Para o autor:

Em pequenas organizações, provavelmente não exista um *sistema*, apenas *uma forma de fazer as coisas*, e *essa forma* na maioria das vezes não está documentada, mas na cabeça do proprietário ou do gerente. Quanto maior a organização, e quanto mais pessoas envolvidas, maior a possibilidade de existirem alguns procedimentos, instruções, formulários ou registros documentados. Eles contribuem para assegurar que qualquer pessoa dentro da organização não esteja apenas *fazendo seu trabalho do seu jeito* e que exista um mínimo de ordem na forma como a organização conduz seus negócios, de forma que tempo, dinheiro e outros recursos sejam utilizados eficientemente. Para ser realmente eficiente e eficaz, a organização pode gerenciar sua forma de fazer as coisas de forma sistêmica. Isso garante que nada importante seja esquecido e que todos estejam conscientes sobre quem é responsável para fazer o que, como, por que e onde (MELLO *et al*, 2002, p.15).

A norma ISO 9000 foi elaborada para incentivar as organizações a adotar uma abordagem de processo e para apoiá-las na implementação e operação de sistemas de gestão da qualidade eficazes de modo a aumentar a confiança e a satisfação das partes interessadas nos produtos e serviços oferecidos pelas organizações que atendem aos requisitos da norma (ABREU, 2002).

Diante da necessidade de implantar sistemas de gestão da qualidade, os países, em especial os desenvolvidos, começaram a estabelecer normas nacionais de gestão da qualidade. Tal fato causou transtornos para as empresas exportadoras, que tinham que implantar sistemas de gestão da qualidade com base em diferentes bases normativas, para atender diferentes países. O mérito da ISO 9000 foi exatamente unir as diferentes bases normativas em uma única, hoje universalmente aceita. Entretanto, com as atuais tendências de globalização da economia, tornou-se uma necessidade intrínseca a muitas organizações a obtenção de um elemento chave para realizar negócios globais e aprimorar sua competitividade.

A empresa que atua sob um sistema deste tipo também fornece aos seus clientes uma evidência tangível da sua preocupação com a qualidade, principalmente no que diz respeito em manter a qualidade alcançada. Uma adequada gestão pela qualidade, que tem decisiva contribuição para alavancar a competitividade, passou a ser decisiva para a sobrevivência das empresas, no ambiente de grande competição hoje observado.

Considerando qualidade como um dos fatores para a elaboração de uma boa estratégia competitiva, segundo Morini (2002, p. 34):

a ISO 9001:2000 pode ser utilizada como um ponto de partida para os esforços de qualidade, porque as normas garantem que um sistema de gestão da qualidade está em funcionamento e sendo seguido. Isto não garante a qualidade do produto, mas se o sistema estiver bem implementado e sendo utilizado para diminuir as não conformidades, aumenta a possibilidade de um bom produto ou pelo menos possibilita que este alcance uma boa qualidade ao longo do tempo. [...] A diminuição das não-conformidades pode trazer um efeito direto sobre a competitividade, através da redução do custo da não-qualidade e da elevação da qualidade dos produtos e serviços ofertados.

Para Rampasso (2006), a qualidade é vista como uma necessidade por empresas de todos os portes e ramos de atividades. O que antes era apenas um diferencial, hoje é uma condição importante para alcançar mercados, e muitas vezes apenas se manter nesse mercado. Mas, segundo a autora, conquistar o cliente por produtos e serviços oferecidos não é mais suficiente, pois não contempla mais as suas expectativas. Isso significa que não basta mais fornecer um produto com qualidade, é necessário também que todo o que está implícito no produto seja de qualidade. É necessário interagir com toda a organização para atingir esse objetivo.

Segundo Luz (2002), é crescente o número de empresas em busca da certificação ISO 9000, na sua grande maioria é adotada por empresas de médio e grande porte, mas não significa que as de pequeno porte não a possam conseguir. Para a autora, por se tratar da competitividade e da qualidade assegurada, permite que toda empresa, ou organização, independente de seu produto ou serviço seja abrangida por uma normatização comum.

Uma vez que o objetivo de uma organização de qualquer natureza é a melhoria de sua performance frente à concorrência. Pode-se afirmar, então que a Norma contribui para uma maior competitividade da organização, sendo inclusive, fator de marketing para muitas delas (ABREU, 2002).



### 3.3 Gestão da Qualidade na Pequena Empresa

Segundo Rampasso (2006), o universo empresarial brasileiro é composto por pequenas e médias empresas, que são de grande relevância no que se refere ao desenvolvimento do país.

As Pequenas Empresas - PE são, hoje, segmento importante de inclusão social e econômica, oferecendo acesso às oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico do país, pois:

Geram maior número de empregos diretos e um grande número de empregos indiretos, por comprarem seus insumos no mercado nacional. Seus sistemas produtivos produzem menos prejuízos ao meio ambiente, reduzem o fluxo migratório e os empresários são nacionais, os quais sobrevivem e crescem com quase nenhum incentivo do governo e pouquíssimo financiamento de entidades como o BNDES. [...] a falta de financiamento é um dos grandes obstáculos do não fortalecimento dos pequenos negócios. É uma situação considerada de descaso, pois um dos motivos é a falta de dados que os bancos têm sobre as pequenas empresas. Os produtos oferecidos pelos bancos não são direcionados para pequenas empresas, já que, por tradição não lidam com clientes desse porte (SEBRAE, 2004 *apud* RAMPASSO, 2006, p.11).

Dados do Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas do Estado de São Paulo – SEBRAE-SP (2005), descrevem que as micro e pequenas empresas brasileiras são responsáveis pelo emprego de 67% da população economicamente ativa do país no ambiente urbano e contribuem com 20% do volume de riquezas gerado pela nação. Tais dados quando associados às atividades empreendedoras demonstram uma grande perspectiva para o país (ANHOLON & PINTO, 2005).

Para Crósta (2000, p.6) as empresas de pequeno porte não compõem um padrão único de empresas:

São extremamente heterogêneas no que se refere ao setor de atuação, competitividade, localização geoeconômica, estágio de amadurecimento e desenvolvimento, modernização tecnológica e gerencial e grau de especialização dos funcionários, padrões sociais, tornando o critério extremamente relativo. Uma mesma empresa pode ser considerada pequena em uma determinada região do país mais desenvolvida e apresentada como média em outra com menos recursos. Dessa forma é difícil classificá-las e conceituá-las. Entretanto, algum critério de tamanho deve ser adotado.

O conceito de Pequena Empresa varia conforme os objetivos ou propósitos específicos da entidade que deseja utilizar tal conceito, e, sua classificação, depende do desenvolvimento do país em que estiver inserida. Por não haver definição obrigatória e uniforme em âmbito nacional ou internacional, em termos deste trabalho, utilizaremos os critérios apresentados pelo Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2004 *apud* RAMPASSO, 2006, p.8) nas tabelas 7 e 8 que conceituam micro e pequena empresa pela receita bruta anual e número de empregados respectivamente.

<i>Porte</i>	<i>Receita Bruta Anual</i>
Micro	igual ou inferior a R\$ 433.755,14 (quatrocentos e trinta e três mil, setecentos e cinquenta e cinco reais e quatorze centavos)
Pequena	superior a R\$ 433.755,14 e igual ou inferior a R\$ 2.133.222,00 (dois milhões, cento e três mil, duzentos e vinte dois reais)

Tabela 7 - Receita Bruta Anual.

FONTE: SEBRAE *apud* Rampasso, 2006.

<i>Porte</i>	<i>Indústria</i>	<i>Comércio</i>	<i>Serviços</i>
Micro	01 a 19	01 a 09	01 a 09
Pequena	20 a 99	10 a 49	10 a 49
Média	100 a 499	50 a 99	50 a 99
Grande	Acima de 500	Acima de 100	Acima de 100

Tabela 8 - Número de empregados, de acordo com o segmento do mercado.

FONTE: SEBRAE *apud* Rampasso, 2006.

Além desses aspectos, as pequenas empresas diferem das outras quanto à características próprias. Quando conhecemos a relevância das Pequenas Empresas para o país e algumas de suas características, segundo quadro 11, é importante lembrar que, para - as PE bem como para médias e grandes empresas - sobreviverem no atual contexto de competitividade global, tornou-se necessário o uso de instrumentos técnicos, gerenciais e de pensamento com que possam traçar a sua estratégia empresarial, definir rumos e adotar uma política compatível com as novas exigências do mercado, na tentativa de permanecerem saudavelmente competindo dentro dele (CRÓSTA, 2000).

CARACTERÍSTICAS DA PEQUENA EMPRESA	
<i>Pontos fracos</i>	<i>Pontos fortes</i>
-Influência das relações de parentesco nas atribuições de cargos e tarefas	-Maior flexibilidade em relação às GEs (Grandes Empresas)
-Falta de planejamento estratégico, visão, missão	-Caráter mais empreendedor
-Confusão entre a pessoa física do proprietário e a pessoa jurídica da empresa	-Comunicação mais efetiva entre subordinado e superior
-Reduzida capacidade administrativa	-Contato mais próximo com o cliente
-Má utilização de aspectos tributários	-Estabilidade do emprego
-Falta de conhecimento do mercado em que está inserida	-Disposição e esforço pessoal dos dirigentes (otimismo baseado em êxitos passados)
-Relação com os fornecedores	
-Setor produtivo	
-Pedidos acima da capacidade	
-Falta de uma política de recursos humanos	
-Não utilização de recursos computacionais	
-Endomarketing zero	
-Falta de uma visão de melhoria contínua	
-Falta de financiamento	

Quadro 11 - Características de uma Pequena Empresa.  
 FONTE: Adaptada de Anholon (2003); Rampasso (2006).

Segundo Rampasso (2006, p.14), a implantação de sistemas da qualidade é, hoje, uma necessidade, mesmo para pequenas empresas:

Não ter esse sistema pode significar ficar fora do mercado, devido à forte pressão dos clientes quanto à qualidade dos produtos recebidos, bem como as grandes empresas fornecedoras, pois as empresas já certificadas pela ISO 9000 estão exigindo a implantação de sistemas de qualidade de seus fornecedores. Sendo assim, implantar um programa de qualidade tornou-se uma questão de sobrevivência da empresa.

Para ser realmente eficiente, qualquer organização, grande ou pequena, precisa sistematizar as maneiras de conduzir suas atividades. Nesse contexto, a ISO 9000 é o modelo para implantar esse tipo de sistema, que tem como principal objetivo o de padronizar, entre clientes e fornecedores, um Sistema de Gestão da Qualidade (ZACHARIAS, 2001 apud RAMPASSO, 2006, p.14). Desta forma, bem como as Grandes empresas, as Pequenas empresas apresentam pontos fortes e pontos fracos, que geram certa resistência à implantação de um modelo de SGQ. Apresentamos no quadro 12 algumas características reunidas na literatura quanto à implantação de SGQ nas PE.

CARACTERÍSTICAS DA PEQUENA EMPRESA PARA IMPLANTAÇÃO DE SGQ	
<i>Pontos Fortes</i>	<i>Pontos Fracos</i>
-Desfrutam de maior controle, pois o alcance da empresa é normalmente limitado nos termos de produtos e serviços	-Normalmente não dispõem de recursos, tempo e habilidades para adaptar a cultura da qualidade, o que impede a implementação, o desenvolvimento e a manutenção do SGQ
-A empresa tem menos departamentos	-Empresa muito influenciada pela personalidade do executivo
-A organização tem poucos níveis hierárquicos	-O planejamento multifuncional está na mente dos indivíduos
-O total de gerentes é menor, logo há melhor comunicação e coordenação	-A motivação dos funcionários depende da motivação de seus dirigentes
-Documentação reduzida para atendimento dos requisitos da ISO	-Falta de conhecimento técnico, informação externa para tomada de decisão
-Menor resistência à mudança	-Não há funcionário responsável pela qualidade
-Funcionários mais próximos dos clientes internos	-Falta de treinamento
-Se a empresa decidir, de fato, implantar um SGQ, na PE acontecerá de forma mais rápida	

Quadro 12 - Características de uma Pequena Empresa quanto à implantação do SGQ.

FONTE: Adaptado de Rampasso (2006); Aldowaisan & Youssef (2004); Bido (1999).

Oliveira (1994) citado por Rampasso (2006, p.15) expõe que na visão dos dirigentes das Pequenas Empresas, implementar sistemas da qualidade é algo complexo demais, aplicável apenas a Grandes empresas que dispõem de corpo técnico especializado. Mas, afirma que é possível sua implantação em PE, não é uma tarefa simples, é uma ferramenta para essas PE crescerem.

Para Morini (2002, p.57) a abrangência da documentação do Sistema de Gestão da Qualidade pode diferir de uma organização para outra devido: (1) o tamanho da organização e ao tipo de atividade; (2) à complexidade dos processos e suas interações, e; (3) à competência do pessoal. Logo, a abrangência da documentação do SGQ em PE é menor, tornando sua implantação mais simplificada.

Segundo Morini (2002) algumas organizações que aderiram à ISO 9000 o fizeram por motivos positivos e negativos; os considerados positivos na implementação são, a conscientização da Alta Direção e a competitividade.

É apresentado o caso de uma empresa familiar de 60 funcionários que implantou sozinha o sistema da qualidade de acordo com a norma ISO 9001 começando com o comprometimento total do gerente (dono) e escolha de um representante para a ISO 9000 com

conhecimento dos processos, sistemas, normas e poder para influenciar os funcionários em todos os níveis (BIDO, 1999). O modelo utilizado é apresentado no quadro 13.

FASE 1: ENTENDENDO	1) Auditoria inicial 2) Fluxograma dos processos que têm impacto na qualidade 3) Documentação padronizada
FASE 2: GANHANDO EXPERIÊNCIA	4) Identificar, elaborar e implementar instruções de trabalho 5) Documentar e implementar procedimentos para o controle do processo
FASE 3: EXPANDINDO	6) Documentar os procedimentos e instruções de trabalho necessários 7) Documentar e implementar o manual da qualidade 8) Conduzir auditorias e treinamentos em qualidade 9) Começar o processo de certificação (opcional).

Quadro 13 - Nove passos para implementação da ISO 9000.  
FONTE: Karapetrovik *et al apud* Bido (1999).

O modelo de implantação para a Pequena empresa familiar é simples. Neste caso, compreendemos que o comprometimento total da alta direção em busca da competitividade crescente de mercado é a motivação necessária para uma pequena empresa implantar um SGQ. Como observação, a influência do representante sobre os funcionários foi de extrema importância, pois a ISO se faz principalmente com pessoas comprometidas em alcançar um objetivo comum, que neste caso, é a melhoria contínua através da certificação ISO 9000.

### **3.4 Pontos relevantes para implantação da ISO na Pequena empresa**

A existência das Pequenas Empresas são relatadas na importância que elas representam a uma nação, tanto na economia, quanto na geração de empregos, elas muitas vezes preenchem mercados que não interessam às Grandes empresas explorar, e assim tem uma existência assegurada com grandes perspectivas de crescimento e racionalidade econômica. A partir desta realidade favorável a implantação de um Sistema de gestão da

qualidade ISO 9001:2000, se dá como estratégia competitiva, tão logo, é importante conhecer os princípios e o modelo referência de aplicação da norma.

### 3.4.1 Princípios de Gestão da Qualidade

As normas ISO 9000 e 9004 apresentam oito princípios de gestão da qualidade mostrados na figura 13. Um princípio de gestão da qualidade é uma crença ou regra fundamental e abrangente para conduzir e operar a organização, visando melhorar continuamente seu desempenho a longo prazo, pela focalização nos clientes e, ao mesmo tempo, encaminhando as necessidades de todas as partes interessadas. Tais princípios para Branchini (2002) *apud* Rampasso (2006, p.16), devem ser analisados com muita atenção para que se possa identificar cada uma de suas funções, a lógica de cada um deles. Afinal, a inter-relação entre eles é que permitirá adquirir um grande aprendizado para uso efetivo na idealização, implantação e manutenção de um Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ eficiente e eficaz.



Figura 13 - Oito princípios do SGQ.

#### a) Foco no cliente

Apesar dos primeiros conceitos sobre qualidade gerencial terem sido difundidos há mais de 50 anos, muitas micro e pequenas empresas - MPEs ainda vêem qualidade somente como adequação às especificações técnicas e não como satisfação dos clientes. A MPE deve levantar quais são as características que os clientes mais valorizam em seus produtos, quais são as características que os seus produtos não apresentam e que seus clientes desejam, por que clientes em potencial não compram seus produtos, etc (ANHOLON, 2003). A satisfação do cliente é o ponto chave para o sucesso da empresa de pequeno porte (GOLDSCHMIDT & CHUNG, 2001 *apud* ANHOLON, 2003, p.65).

Procurar identificar as necessidades e requisitos dos clientes é uma atitude estratégica e inteligente. Há diversas fontes para buscarmos tais informações, como por exemplo, uma pesquisa direta com o cliente para medir sua satisfação e atuar sobre os resultados difundindo sobre toda a organização. Com benefício sobre esta ação todos trabalharemos para adequar os objetivos e metas da qualidade às necessidades e expectativas desses clientes.

#### b) Liderança

Para Crósta (2000, p.4), para que qualquer processo se inicie, é fundamental a convicção, o compromisso e o apoio da alta direção – proprietários e gerentes – às mudanças que virão, estando sempre abertos a abandonar velhos conceitos e absorver novos, permitindo-se crescer junto com a empresa e avaliação econômica da empresa, com ênfase na gestão dos custos, atividade inicial, que ocupa papel relevante em todo processo de estruturação, pois é ela que irá possibilitar avaliar economicamente a continuidade do processo de mudança, principalmente quando se trata de uma empresa de pequeno porte.

Segundo Mello (2002, p. 26), convém que os líderes criem e mantenham um ambiente interno, no qual as pessoas possam envolver-se totalmente no propósito de atingir os objetivos

da organização, pois são eles que estabelecem a unidade de propósitos e o rumo da organização.

#### c)Envolvimento das pessoas

Segundo Rampasso (2006, p.25), a implantação requer trabalho em equipe. É importante que todas as pessoas na empresa estejam envolvidas, para haver mais possibilidade de assimilação da cultura da qualidade e o cumprimento de seus princípios.

Para Cadorin (2003, p.41), é essencial que as estratégias adotadas desde o início sejam comunicadas para todo pessoal, para então eles saberem o que se esperar e por que, e fiquem sem dúvidas sobre o comprometimento esperado. Desde que o sistema de gestão proporcione tarefas mensuráveis, ele requer uma organização de suporte que deve operar no principal fluxo da empresa e envolver o gerenciamento e o pessoal comprometido de toda a organização. Um profissional deve gerenciar esta atividade conciliando muitas vezes com outras tarefas, quando se tratando de pequenas empresas, mas sempre cuidando de garantir a participação de todos.

#### d)Abordagem de Processo

Um resultado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo.

Para uma organização funcionar de forma eficaz, ela tem que identificar e gerenciar diversas atividades interligadas. Uma atividade que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de entradas em saídas pode ser considerada um processo (MEIRA, 2004 *apud* RAMPASSO, 2006, p. 18).

Essa forma de abordagem produz muitos benefícios, como exemplo, melhor uso dos recursos, tempos de ciclos mais curtos e custos mais baixos, resultados mais previsíveis,



prevenção de erros, criação de objetivos e metas desafiadoras, estabelecimento de processos eficientes para a gestão de recursos conforme a necessidade da organização a fim de produzir força de trabalho capacitada (MELLO, 2002).

#### e) Gerenciamento sistêmico

Rampasso (2006, p. 18) descreve o gerenciamento sistêmico como o princípio que orienta a empresa a identificar, entender e gerenciar os processos inter-relacionados como um sistema, contribuindo para a eficácia e eficiência da organização para atingir os seus resultados.

Em pequenas empresas, na maioria dos casos, não existe um sistema. Há apenas uma forma de fazer as coisas e essa forma, na maioria das vezes, não está documentada, mas, sim, na cabeça do proprietário ou do gerente. Para ser realmente eficiente e eficaz, a organização deve gerenciar sua forma de fazer as coisas de forma sistêmica. Isso garante que nada de importante seja esquecido e que todos estejam conscientes sobre quem é responsável por fazer o que, quando, como, por que e onde (RAMPASSO, 2006, p.12).

É interessante que todos conheçam as inter-relações entre os departamentos, quem são os seus clientes e fornecedores internos, a qualidade esperada de seu serviço ou produto para o próximo elo da seqüência de processos etc.

#### f) Melhoria contínua

Para Mello (2002, p.29), a melhoria contínua do desempenho global da organização deveria ser um objetivo permanente. O objetivo da melhoria contínua de um SGQ é aumentar a probabilidade de melhorar a satisfação dos clientes de outras partes interessadas.

Uma empresa que pretende ser competitiva nos tempos atuais, precisa estimular o desenvolvimento de estruturas e processos cada vez mais eficazes e adotar modelo de gestão

voltado para a racionalização, a qualidade de produtos e serviços, a redução de custos, etc. Ou seja, precisa estar comprometida com a melhoria contínua (RAMPASSO, 2006, p.7).

Ações para melhoria incluem o seguinte: (1) Análise e avaliação da situação existente para identificar áreas para melhoria; (2) estabelecimento dos objetivos para melhoria; (3) pesquisa de possíveis soluções para atingir os objetivos; (4) avaliação e seleção destas soluções; (5) implementação da solução escolhida; (6) medição, verificação, análise e avaliação dos resultados da implementação para determinar se os objetivos foram atendidos e; (7) formalização das alterações.

#### g) Decisão baseada em fatos

Na decisão baseada em fatos, decisões eficazes são baseadas na análise de dados e informações (MELLO, 2002).

O entendimento e a probabilidade de solucionar um problema aumentam quando se efetuam, de forma eficiente, levantamentos de dados sobre os processos, que permite à empresa adotar e tomar decisões e ações que levarão à melhoria contínua. Os dados podem ser obtidos de diversas fontes, como, por exemplo, reclamações dos clientes, devoluções, depoimentos de satisfação dos clientes, etc (BRANCHINI, 2002 *apud* RAMPASSO, 2006, p.19). A verificação da existência de indicadores no processo, a verificação da disponibilidade e veracidade informações, a tomada de decisão baseada em dados e fatos também são ações que compõe esta abordagem.

#### h) Relacionamento mútuo entre cliente e fornecedor

Numa relação de benefícios mútuos entre a organização e o fornecedor a capacidade de agregar valor é recíproca, pois ambos são dependentes entre si.

Analisamos algumas questões chaves: (1) Os fornecedores-chave são bem conhecido? (2) A qualidade do que é recebido está bem estabelecida? (3) Existe preocupação com o desenvolvimento contínuo?

Quanto ao relacionamento com os fornecedores-chave Rampasso (2006, p. 20) descreve: “para que o cliente receba o que foi prometido, é preciso desenvolver relacionamentos entre empresa e seus fornecedores com o estabelecimento da melhoria da qualidade, assegurando ao cliente produtos sem defeitos, confiáveis e nos prazos combinados”.

Quanto à qualidade do que é recebido, para Anholon (2003, p.68), o relacionamento de uma MPE com seus fornecedores deve ser baseado na qualidade e não no preço. Se o poder de barganha da MPE for superior ao de seu fornecedor, deve-se motivar o fornecimento de produtos de qualidade a preços razoáveis. Caso contrário, a MPE deve optar pelo fator qualidade em relação aos custos. Em ambos os casos, a MPE deve desenvolver um relacionamento de confiança em longo prazo de maneira a eliminar os problemas decorrentes da falta de qualidade sobre o material que recebe.

Se compreendermos as respostas acima responderemos a terceira indagação, pois o estabelecimento de comunicação e o atendimento às necessidades quanto a qualidade do produto ou serviço fornecido são conceitos de organizações estratégicas.

Com o crescimento da globalização, a gestão da qualidade tornou-se fundamental para a liderança e para o aperfeiçoamento contínuo de todas as organizações. Com a aplicação dos oito princípios de gestão da qualidade, as organizações produzirão benefícios para clientes, acionistas, fornecedores, comunidades locais, ou seja, para a sociedade em geral (MELLO, 2002, p.25). Logo, o atendimento a esses princípios beneficiam todos os envolvidos no sistema.

### 3.4.2 O Ciclo PDCA

A melhoria contínua é, atualmente, um dos pontos principais dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas (ANDRADE, 2003, p.95). Moura (1997 *apud* ANDRADE, 2003, p.96) cita a melhoria contínua como a busca de melhores resultados e níveis de performance dos processos, produtos e atividades da empresa. Juran (1990) *apud* Andrade (2003, p.95) especifica que melhoria significa a criação organizada de mudanças benéficas, obtendo níveis inéditos de desempenho.

O conceito de melhoria citado na norma ISO 9001:2000, item 0.2 (Abordagem de processo), incentiva a adoção de uma abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um Sistema de Gestão (NBR ISO 9001, 2000).

Para Andrade (2003, p. 93), a norma ilustra a figura 14 como modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processos e cita, de maneira clara, a recomendação do método de melhorias PDCA para ser utilizado em todos os processos inseridos no Sistema de Gestão:

O modelo de gestão remete à estrutura sistemática do método de melhorias PDCA [...] pode-se fazer a seguinte analogia: o processo “Responsabilidade da Administração” seria respectivo ao módulo *PLAN* do ciclo PDCA, assim como a “Gestão de Recursos” e a “Realização do Produto” seriam análogos ao módulo *DO*, a “Medição, Análise e Melhoria” análoga ao módulo *CHECK*, e finalizando o ciclo PDCA o processo de “Melhoria Contínua do SGQ”, análogo ao módulo *ACT* (nesse momento o ciclo se reiniciará pelo processo “Responsabilidade da Administração”, provendo continuidade à gestão da qualidade).



Figura 14 - Modelo de um Sistema de Gestão da Qualidade baseado em processo.

O ciclo da qualidade ou ciclo PDCA é um instrumento básico de controle gerencial que combina ação e aprendizagem, exigindo agir de acordo com o pensamento e pensar de acordo com as ações (LUCKE, 2003). Segundo Werkema (1995), é um método de gestão representando um caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas, ou seja, nos leva à tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização.

Podendo ser repetido continuamente sobre qualquer processo ou problema, o ciclo PDCA foi originalmente desenvolvido na década de 30 pelo estatístico americano Walter A. Shewhart, nos laboratórios da *Bell Laboratories* – EUA. Mas, sua popularidade só ocorreu na década de cinquenta sendo usado em trabalhos desenvolvidos no Japão pelo especialista em qualidade W. Edwards Deming.

Lucke (2003) descreveu sucintamente as quatro etapas do ciclo PDCA:

- P (Plan): elaborar um plano. Definir os objetivos a serem alcançados e determinar as condições e métodos necessários para conseguí-los. Descrever claramente as metas e diretrizes necessárias para realizar o objetivo no estágio atual. Expressar os objetivos

específicos numericamente. Determinar os procedimentos e condições para os meios e métodos a serem usados para atingir o objetivo.

- D (Do): executar o plano. Criar as condições e proporcionar os treinamentos e ensinamentos necessários para executar o plano. Fazer todo o necessário para que todos entendam completamente os objetivos e o plano. Ensinar aos trabalhadores os procedimentos e habilidades de que eles precisam para realizar todas as tarefas do plano e entender completamente seu trabalho. Então, realizar o trabalho de acordo com os procedimentos.
- C (Check): verificar os resultados. Fazer as verificações necessárias para determinar se o trabalho está progredindo de acordo com o plano e se os resultados esperados estão sendo obtidos. Verificar a observância dos procedimentos, mudanças em condições dos processos ou quaisquer anormalidades que possam acontecer. Sempre que possível, comparar os resultados do trabalho com os objetivos.
- A (Act): atuar corretivamente. Se as verificações mostrarem que o trabalho não está sendo feito de acordo com os planos e padrões ou que os resultados desejados não estão sendo obtidos, determinar as medidas necessárias para as correções apropriadas. Tomar as medidas necessárias para prevenir a ocorrência de novas falhas, não se limitando a remediar as que já ocorreram.
- Voltar à etapa inicial e, com os conhecimentos acumulados, continuar melhorando o processo.

Na utilização do ciclo poderá ser preciso empregar várias ferramentas para a coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Essas ferramentas são denominadas ferramentas da qualidade. Entre as ferramentas da qualidade, às técnicas estatísticas são de especial importância. Algumas destas técnicas são: Sete ferramentas da qualidade, Amostragem, Análise de variância, Análise de regressão,

Planejamento de experimentos, Otimização de processos, Análise multivariada, Confiabilidade.

Para Andrade (2003, p. 94) a compreensão do método de trabalho do ciclo PDCA torna-se, então, um diferencial para as organizações, uma vez que o domínio desse método possibilita a gestão da qualidade baseada em processos, agregando-lhes melhores resultados por meio da melhoria contínua.

### 3.4.2.1 Planejamento do Ciclo PDCA

A etapa Planejamento do ciclo PDCA, ou módulo *PLAN*, é considerada a mais importante por se tratar do início do ciclo. Bons resultados são alcançados com planejamentos bem definidos. Da mesma forma, afirma Aguiar (2006, p.67) “para promover melhorias incrementais de uma forma eficiente, é necessário que se faça um bom planejamento”.

“Planejar é estipular objetivos e, então determinar programas e procedimentos para o alcance desses objetivos. É tomar decisões para o futuro, olhar mais adiante” (AHUJA, 1994 *apud* ANDRADE, 2003, p.19). É nesta etapa que estabelecemos as metas e determinamos os meios para alcançá-las. No caso, deverão ser discutidas questões como:

qual o objetivo específico (meta) a ser alcançada pela organização; quais as pessoas a serem envolvidas nesse processo; qual será o prazo para efetivação do plano de ação a ser elaborado; quais serão os recursos a serem despendidos para a conclusão do plano; quais serão os dados a serem coletados durante o processo; enfim, perguntas que envolvem todo o planejamento minucioso do processo a ser executado (BADIRU, 1993 *apud* ANDRADE, 2003, p.19).

De forma a facilitar o desenvolvimento das ações que compõem o módulo *PLAN*, podemos descrevê-las segundo as fases:

- (1) Localizar o problema;
- (2) Estabelecer meta;

- (3) Análise do fenômeno (observação);
- (4) Análise do processo (causas);
- (5) Elaborar plano de ação.

A fase (1) *Localizar o problema*, também conhecida como identificação do problema, é realizada todas as vezes que a empresa se depara com um resultado (efeito) indesejável, provindo de um processo (conjunto de causas) (CAMPOS, 1996 apud ANDRADE, 2003, p.20). “Uma forma de identificar o problema é no estabelecimento de metas (metas de melhorias), quando a empresa almejar obter um melhoramento em determinado(s) processo(s)” (ANDRADE, 2003, p.22). Consoante a afirmação do autor, a identificação do problema é recíproca ao estabelecimento de metas.

Para a fase (2) *Estabelecer meta*, “o problema identificado é gerado a partir da meta de melhoria (estabelecida sobre os fins)” concorda Werkema (1995, p 30).

Para definir a meta de melhoria é necessário que a empresa ouça seus clientes, já que as metas vêm do mercado. A este tipo de meta, denominamos, meta boa, ou seja, é aquela que surge a partir do plano estratégico, sendo baseada nas exigências do mercado e na necessidade de sobrevivência da empresa (WERKEMA, 1995).

A utilização da técnica de amostragem e pesquisa de mercado permitirá que a empresa identifique seus clientes e também as necessidades desses clientes. Estas técnicas fornecem os métodos para escolha de um grupo representativo (amostra) da totalidade dos elementos que constituem o universo de interesse da empresa (população) e também fornecem formas eficientes de coleta e análise de dados que permitirão o estabelecimento da meta de melhoria.

Outras ferramentas estatísticas usadas para elaboração desta fase são: folha de verificação, gráfico de Pareto, histograma, medidas de localização e de variabilidade, índices de capacidade de processos e gráfico de controle.



Importante citar que: “toda meta a ser definida deverá sempre ser constituída de três partes – objetivo gerencial, prazo e valor – a fim de se obter um conceito completo do termo meta (CAMPOS, 1996 *apud* ANDRADE, 2003, p.23). Como exemplo de meta de melhoria, podemos demonstrar:

Problema identificado: Baixo índice de empreendimentos provindos do setor público.

Meta: Aumentar o número de empreendimentos anuais do setor público captados pela empresa em quatro vezes do valor atual até Janeiro de 2004.

A fase (3) *Análise do fenômeno (observação)*, consiste no reconhecimento das características do problema, ou seja, na descoberta de suas característica por meio de coleta de dados pertinentes ao mesmo.

“A descoberta das características do problema por meio de coleta de dados inicia-se com a observação do problema sob vários pontos de vista (estratificação)” (MELO, 2001 *apud* ANDRADE, 2006, p.34). Para o autor esses pontos de vista podem ser listados da seguinte maneira, tomando cuidado por optar por aqueles que melhor estratifiquem o problema:

- Tempo – os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, às segundas-feiras, feriados, etc?
- Local – os resultados são diferentes em partes diferentes de uma peça (no caso do problema ser focado em um produto), apresentando defeito no topo, na base, na periferia? Os resultados diferem de acordo com locais diferentes (no caso do problema estar focado em serviços)?
- Tipo – os resultados são diferentes dependendo do produto, da matéria-prima ou do material utilizado?
- Sintoma - os resultados são diferentes se os defeitos são cavidade ou porosidade (no caso do problema ter foco no produto), se o absenteísmo é por falta ou licença médica

(problema focado nos recursos), se a parada do serviço é devido a fatores climáticos, ou falhas mecânicas (no caso do problema ser focado no serviço), etc.

“A observação do problema deve ser realizada *in loco*. Após um pré-estudo do problema, o mesmo deve ser observado no próprio local da ocorrência, para coleta de informações suplementares” (ANDRADE, 2003, p.35). Recomenda-se nesta fase a utilização de câmeras fotográficas e/ou filmadoras, para que o relatório de análise do problema *in loco* se apresente de maneira mais clara possível (MELO, 2001 *apud* ANDRADE, 2006, p.35).

Outras ferramentas possíveis de serem utilizadas são a folha de verificação, que serve para facilitar a coleta e registro de dados, de forma que nada importante seja esquecido, o gráfico de Pareto, que permite determinar prioridades entre diversos problemas. Bem como as menos usuais, porém não menos importantes: histograma e medidas de locação e de variabilidade, intervalos de confiança; testes de hipóteses e análise de variância; técnicas de avaliação da capacidade de sistemas de medição (repetibilidade e reprodutibilidade) (WERKEMA, 1995).

Para a fase (4) *Análise do processo (causas)*, esta fase consiste na descoberta das causas fundamentais do problema que está sendo considerado, ou seja, basicamente na identificação e priorização das causas.

“Um caminho inicial, é fazer o estabelecimento do processo relacionado ao problema específico - meta específica, isto é, procurar obter conhecimento do funcionamento do processo que possibilite identificar as possíveis causas do problema” (AGUIAR, 2006, p.72).

Para que esta fase obtenha êxito, o processo de identificação das causas deve ser executado da maneira mais democrática e participativa possível. Explanando essa premissa, todas as pessoas que trabalham na empresa e que, independente do cargo que ocupam, estão envolvidas com o problema identificado e podem contribuir para a solução do mesmo (ANDRADE, 2003).

A metodologia mais usual para análise de causas, expondo-as de forma clara para toda a equipe envolvida é o método participativo denominado *Brainstorming*. O mesmo, consiste em uma dinâmica de grupo ou técnica de reunião em grupo, em que as pessoas, de forma organizada e com oportunidades iguais, fazem um grande esforço mental para opinar sobre determinado assunto. Para esta metodologia usamos um Diagrama de Causa e Efeito, conhecido pelo nome de seu criador, Diagrama de Ishikawa.

Para que o mesmo seja efetivo, é necessário a escolha de um coordenador, cujo sucesso da reunião depende do seu papel de facilitador e do zelo pelo cumprimento fiel do roteiro e pela liberdade de plena participação e expressão dos integrantes do grupo de forma ordenada. Sempre cuidando para que as idéias apontadas por integrantes do grupo não sejam marginalizadas. Desta forma, a reunião de causa e efeito pode ser efetuada.

“A ferramenta constitui-se de um diagrama de registro das diversas causas de um problema, a partir da análise e classificação das prováveis origens dessas causas” descreve Souza (1997) citado por Andrade (2003, p.45).

O *Brainstorming* funciona da seguinte maneira: (1) explicação do problema, a partir de resultados provindos da análise do fenômeno; (2) reflexão pelos participantes sobre os fatores que influenciam o problema; (3) determinação das causas, com a participação de todos e com oportunidades iguais, preenchendo o diagrama de Ishikawa para apreciação da equipe; (4) reflexão de todos para priorizar as causas mais importantes, podendo utilizar o sistema de votação; (5) apresentação das causas prioritárias com análise de consistência das mesmas; (6) encaminhamento para elaboração do plano de ação.

A fase (5) *Elaborar plano de ação*, é fundamentada na concepção de um plano para bloquear as causas principais que tenham sido identificadas na fase de análise, ou seja, consiste no estabelecimento das contramedidas às causas principais (WERKEMA, 1995). Nele devem estar contidas, em detalhes, todas as ações que deverão ser tomadas para atingir a

meta proposta inicialmente. Cabe também ao plano de ação, o estabelecimento de procedimentos e melhorias para os problemas detectados.

“O objetivo do plano de ação é tornar operacional a implantação de metas no processo de produção de maneira que se tenha elevada probabilidade de sucesso” afirma Barros (2001) citado por Andrade (2003, p.47). Para o autor as empresas deverão montar seu plano tático no plano de ação, isto é, definir por meios próprios para realizarem a implantação, considerando os recursos disponíveis e as suas características organizacionais.

Para Andrade (2003), a nível da unidade básica gerencial, o planejamento pode ser muito bem executado, desde que o responsável direto pelo plano tenha todos os itens de controle estabelecidos, os dados levantados (situação atual) e os principais problemas muito bem conhecidos. Logo, a partir da análise das ações pertinentes e suas respectivas causas, devemos então elaborar o plano de ação.

Quanto à metodologia para construção dos planos de ação, a mais indicada por Campos (1996 *apud* ANDRADE, 2003, p.49) é a conhecida como 5W1H, que consiste em elaborar o plano de ação baseado em seis perguntas que irão definir a estrutura do plano. Elas são compostas no idioma inglês e apresentam-se da seguinte maneira, de acordo com Melo (2001 *apud* ANDRADE, 2003, p. 49):

- (1)WHAT (o que) – define o que será executado;
- (2)WHEN (quando) – define quando será executada a ação (prazo de início e término da ação);
- (3)WHO (quem) – define o responsável pela ação;
- (4)WHERE (onde) – define onde será executada a ação;
- (5)WHY (por que) - define a justificativa para a ação em questão;
- (6) HOW (como) – define o detalhamento de como será executada a ação.

Podemos proceder a estruturação do plano, a partir da análise destes 6 (seis) tópicos, de uma maneira clara e detalhada, sendo que o mesmo deverá ser divulgado para todos os envolvidos nas ações tomadas.

Após sua elaboração, finalizamos a etapa Planejamento do ciclo PDCA de melhoria contínua, cujo princípio, ou seja, regra fundamental e abrangente para conduzir e operar uma organização, é necessário para implantação da norma ISO 9001:2000.

Em face do conhecimento dos valores agregados às empresas de uma forma geral, cuja abordagem de processo é baseada no método de melhorias PDCA, este trabalho faz-se importante para a identificação e sugestão de melhorias nos processos identificados como fundamentais à Pequena Empresa pesquisada.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando em sentido amplo, a palavra “*pesquisa*”, designa o conjunto de atividades que têm como finalidade descobrir novos conhecimentos, seja em que área ou em que nível for (PRESTES, 2007). Interessa o conceito de pesquisa científica, segundo Prestes (2007, p.25), “a investigação feita com a finalidade de obter conhecimento específico e estruturado a respeito de determinado assunto, resultante da observação dos fatos, do registro de variáveis presumivelmente relevantes para futuras análises”. Descreve a autora que ela é um processo reflexivo, sistemático, controlado e crítico que leva a descobrir novos fatos ou a sua ausência.

Com base nos objetivos definidos, para desenvolvimento da sistemática proposta, este trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica e de campo respectivamente, para obtenção das informações preliminares.

Por pesquisa bibliográfica, definimos aquela cujo desenvolvimento é realizado a partir de material já elaborado. Para Prestes (2007), é um levantamento dos temas e tipos de abordagens já trabalhados por outros estudiosos, assimilando-se os conceitos e explorando-se os aspectos já publicados, tornando-se relevante levantar e selecionar conhecimentos já catalogados. Por pesquisa de campo, definimos aquela em que o pesquisador, por meio de questionários, entrevistas, protocolos, observações, etc., coleta seus dados, investigando os pesquisados no seu meio (PRESTES, 2007).

Este primeiro momento caracterizamos também por meio da pesquisa exploratória. Sua finalidade de proporcionar ao pesquisador, maiores informações sobre o assunto que vai ser investigado, facilita a delimitação do tema pesquisado, orienta e fixa objetivos, formula hipóteses ou descobre novas possibilidades de enfoque para o assunto, afirma Prestes (2007), demonstrando sua importância.

As demais ações pertinentes à construção desta metodologia, se dá por meio de pesquisa qualitativa, que têm como forte característica a imersão do pesquisador no contexto e a perspectiva interpretativa de condução da pesquisa (KAPLAN & DUCHON, 1988 *apud* DIAS, 2000). Na pesquisa qualitativa, o pesquisador é um interpretador da realidade (BRADLEY, 1993 *apud* DIAS, 2000). Descreve Dias (2000) sobre dados qualitativos:

- descrições detalhadas de fenômenos, comportamentos;
- citações diretas de pessoas sobre suas experiências;
- trechos de documentos, registros, correspondências;
- gravações e transcrições de entrevistas e discursos;
- dados com maior riqueza de detalhes e profundidade;
- interações entre indivíduos, grupos e organizações.

As informações adquiridas por meio destes métodos de pesquisas foram fundamentais para o desenvolvimento desta metodologia, com ricas contribuições, conhecimentos e experiências, direcionando a pesquisa à realização deste modelo proposto.

#### **4.1 Apresentação do modelo proposto**

O presente trabalho apresenta um modelo de Gestão da Qualidade baseado na norma ISO 9001:2000 Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos, desenvolvido em uma Pequena Empresa que recicla garrafas de plástico PET e as transforma em telhas plásticas por processo de injeção. É assim classificada, por possuir apenas 27 funcionários, de acordo com o segmento de mercado para a atividade do tipo industrial, enquadrando-a em porte como Pequena Empresa segundo SEBRAE (2004 *apud* RAMPASSO, 2006).

O patamar estabelecido pelo SEBRAE (2004 *apud* RAMPASSO, 2006) conforme a receita bruta anual da empresa é outra classificação que a enquadra como Pequena Empresa.

A empresa estudada foi a primeira no Estado do Amazonas a utilizar o Polietileno Tereftalato (PET) reciclado como insumo principal na produção de novos materiais. Atua há 10 anos no mercado da cidade de Manaus, onde concorre em porte e qualidade de seus produtos com outras empresas do setor. Muitas das quais, investem em gestão voltada para à qualidade de seus produtos e serviços.

Desta forma, procuramos selecionar, a partir da norma ISO 9001, os pontos de maior impacto para a Pequena Empresa relacionados com a realização do produto e sua efetiva aplicação em concordância como o método PDCA, princípio da Gestão da Qualidade.

Se observarmos os requisitos da norma ISO 9001:2000 à luz do ciclo PDCA, obtemos então a distribuição de tais requisitos conforme figura 15.

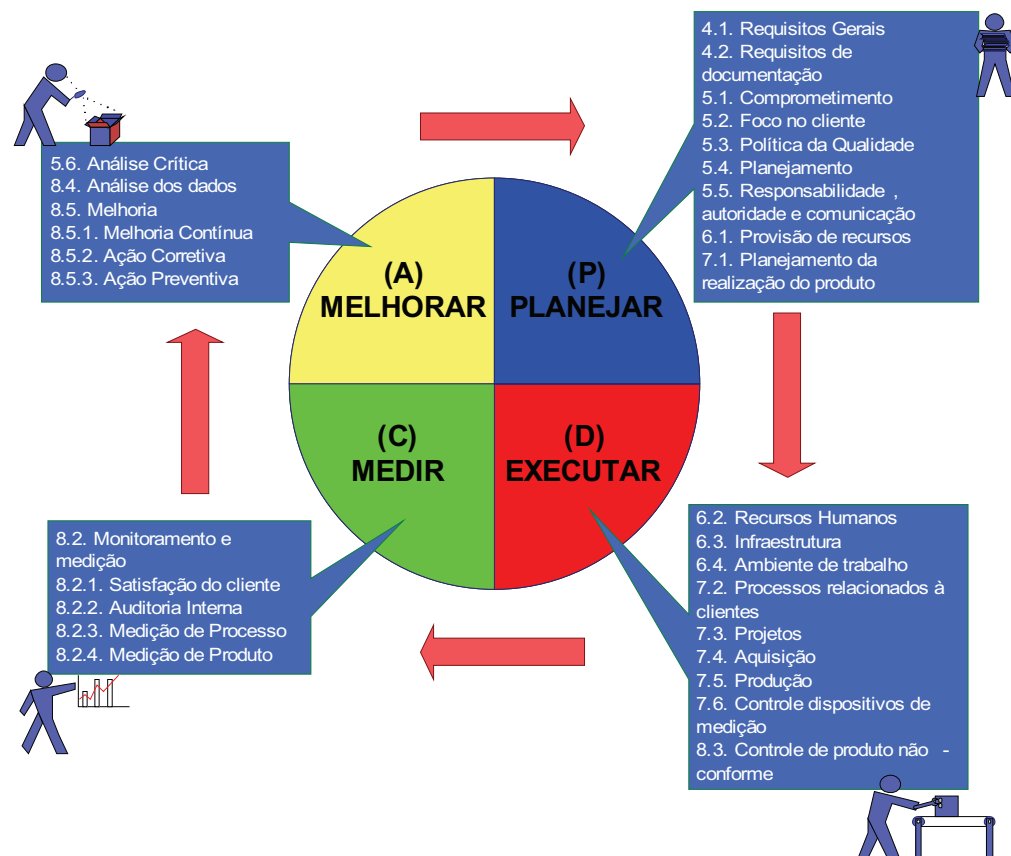


Figura 15 - A metodologia de gestão remete à estrutura sistemática do método de melhorias PDCA.



Cabe lembrar que o trabalho proposto não trata da implementação da norma, mas do direcionamento que a mesma propõe para o cumprimento do planejamento da qualidade. Desta forma, a metodologia proposta para a criação do planejamento de melhorias aos principais processos relacionados diretamente com a qualidade do produto, como o nome já diz, refere-se a execução da etapa P: Planejamento do ciclo PDCA.

Desenvolvendo esforços de conscientização e mobilização para a qualidade, a metodologia está proposta em 4 (quatro) etapas inter-relacionadas:

- A primeira etapa (figura 16), refere-se ao conhecimento de características da Pequena Empresa, ou seja, ao diagnóstico de sua situação atual, envolvendo quatro fontes relevantes no levantamento de informações, que são:

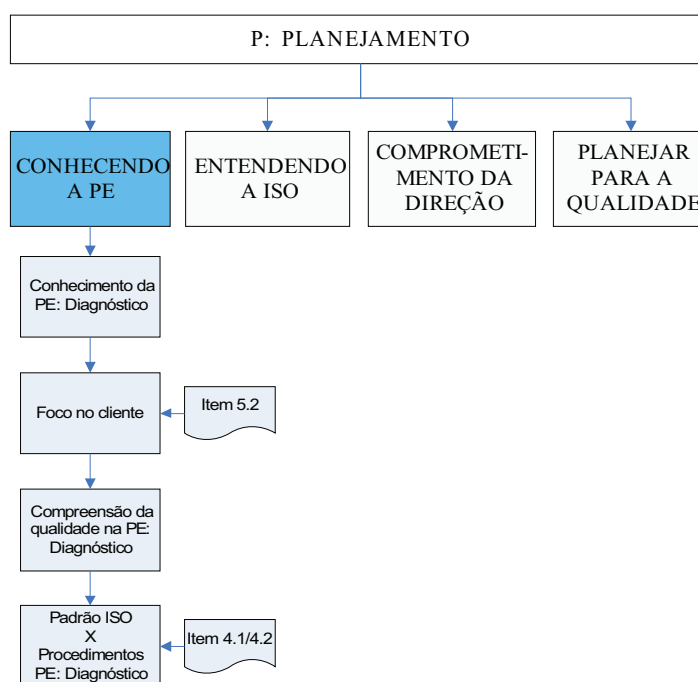


Figura 16 - Primeira etapa do Planejamento da qualidade.

- (1) **Conhecimento da PE:** Como primeira fonte de informação, a construção deste diagnóstico nos dá o conhecimento, através de pesquisa qualitativa do tipo observação estruturada e entrevista não-estruturada, das primeiras características deste tipo de empresa e do mercado no qual está inserida. Corresponde a identificação da empresa

que engloba informações gerais como: tipo de atividade da empresa e mercado local, clientes e competitividade do setor que dão subsídios importantes para a pesquisa.

- (2) **Foco no cliente:** Esta segunda fonte de informação, corresponde à fase *Localizar o problema*, da etapa *PLAN* do Ciclo PDCA de melhoria contínua. Por meio da aplicação da ferramenta estatística, amostragem não-probabilística intencional, a população é conhecida, logo aplicada a entrevista estruturada como pesquisa de mercado. No entanto, por meio desta, é possível obtermos informações correspondentes às necessidades e expectativas dos clientes da PE, as quais dão origem às metas boas que deverão ser atingidas por meio do giro do PDCA. A mesma atende ao requisito 5.2. Foco no cliente da norma ISO 9001:2000;
- (3) **Compreensão da qualidade na PE:** Como terceira fonte de informação, é aplicado outro diagnóstico, por meio de questionário de múltipla escolha, voltado ao conhecimento da compreensão dos conceitos de qualidade em nível gerencial e operacional dos envolvidos no processo de realização do produto, para posterior participação e contribuição destes na elaboração do planejamento para a qualidade;
- (4) **Padrão ISO x Procedimentos PE:** Finalizando este primeiro item, como quarta fonte de informação, um terceiro diagnóstico, obtido por entrevista estruturada, servirá para identificar ações voltadas para a qualidade ou melhoria da qualidade na empresa, com o objetivo de conhecer os procedimentos atualmente utilizados na PE em comparação com o padrão ISO 9001:2000 de referência em nível gerencial. Contudo, um diagnóstico deve ser realizado por pessoas externas ao setor verificado comenta Cadorin (2003). Isso dá maior liberdade para os questionamentos que serão necessários, o que seria difícil fazer por um profissional daquele setor, devido as ligações normais de trabalho. As não-conformidades estarão presentes em qualquer

organização e/ou processo, a primeira tarefa é identificar onde estão estas oportunidades de melhorias (CADORIN, 2003).

- A segunda etapa (figura 17), refere-se ao entendimento pela PE dos conceitos da qualidade, ou seja, de proporcionar entendimento inclusive sobre o Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001, aos principais responsáveis pela confecção do produto. Desta forma é executada da seguinte forma:

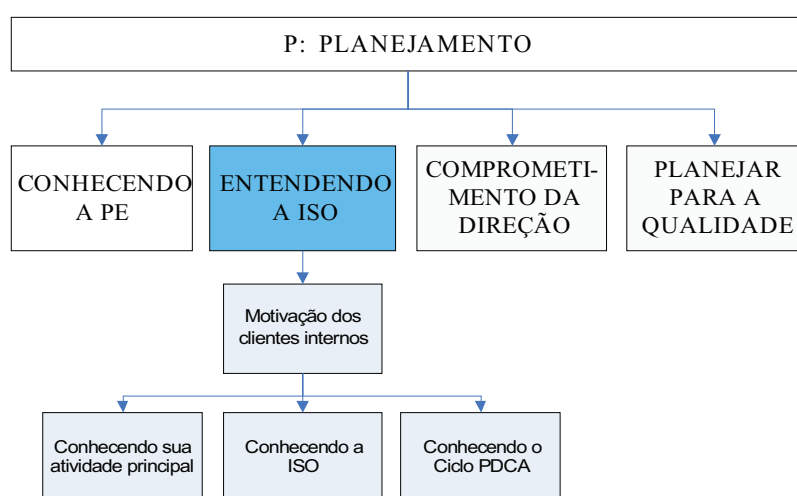


Figura 17 - Segunda etapa do Planejamento da qualidade.

- (1) **Motivação dos clientes internos:** Achemos necessário à motivação da PE, para seu efetivo envolvimento nesta pesquisa, a ministração de palestras que dizem respeito a importância da principal atividade da empresa para o meio ambiente, a importância de enquadrarmos a reciclagem à qualidade, a disseminação dos conceitos da qualidade, bem como a importância de se ter um SGQ para a competitividade da PE. Como temas a serem explanados pelas palestras, escolhemos:
- A importância da reciclagem;
  - Fatores que afetam a reciclagem de PET;
  - Conceitos da qualidade: A importância de se ter um Sistema de Gestão da Qualidade para a competitividade da empresa;

-Planejamento para a qualidade.

Um dos objetivos desta etapa, além de promover o envolvimento dos clientes internos, é o de apresentar as vantagens de se buscar qualidade para benefício da empresa em reciprocidade ao funcionário, despertando seu interesse pela melhoria contínua.

- A terceira etapa (figura 18), refere-se ao comprometimento, ou seja, à participação da direção da Pequena Empresa para as ações voltadas à qualidade. No entanto, suas atividades estão assim distribuídas:

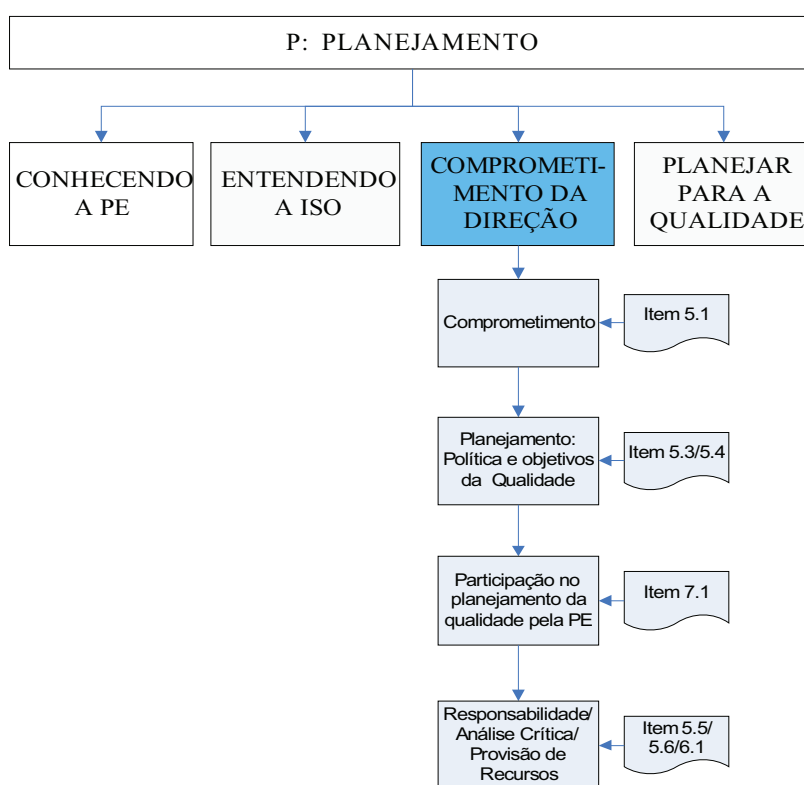


Figura 18 - Terceira etapa do Planejamento da qualidade.

- (1) **Comprometimento:** Esta ação requer que a alta direção demonstre comprometimento com as ações voltadas para melhoria contínua, comunicando à todos a importância de se atender aos requisitos dos clientes, definindo e documentando a política da qualidade, garantindo que os objetivos da qualidade sejam implementados, conduzindo análises críticas à melhoria contínua e disponibilizando recursos

necessários para sua implementação. Desta forma, é demonstrada a necessidade de seu comprometimento;

(2) **Planejamento:** As ações da alta direção definirão o que poderá ser realizado, de acordo com sua política e objetivos, bem como as metas aprovadas para o alcance da qualidade nos processos;

(3) **Participação no planejamento da qualidade pela PE:** É necessário também que a direção auxilie na elaboração do planejamento para a qualidade, como fonte de informação e discussão fundamentais, juntamente com os envolvidos na realização do produto;

(4) **Responsabilidade, autoridade e comunicação/ Análise crítica/ Provisão de Recursos:** Descreve as ações a serem tomadas pela direção da PE demonstrando seu envolvimento com a melhoria contínua. Em observação a este último tópico, se fazem necessários somente na execução dos planos de ação resultantes desta metodologia aplicada na Pequena Empresa.

- A quarta etapa (figura 19), refere-se à aplicação das demais fases da etapa P do ciclo PDCA. São elas, respectivamente:

(1) **Estabelecer as metas:** Os objetivos da qualidade são a base para monitoramento da melhoria contínua e podem ser estabelecidos tomando por base dados históricos, estudos de engenharia ou do mercado (por meio de informações sobre produtos ou serviços concorrentes) (MELLO, 2002). Um objetivo indica o que pretendemos atingir, enquanto a meta nos informa o quanto e quando pretendemos atingir esse objetivo. No entanto, as metas a serem alcançadas nos planos de ação, serão alinhadas aos objetivos, assim como os objetivos estão alinhados à política de qualidade, informadas pela direção da PE;

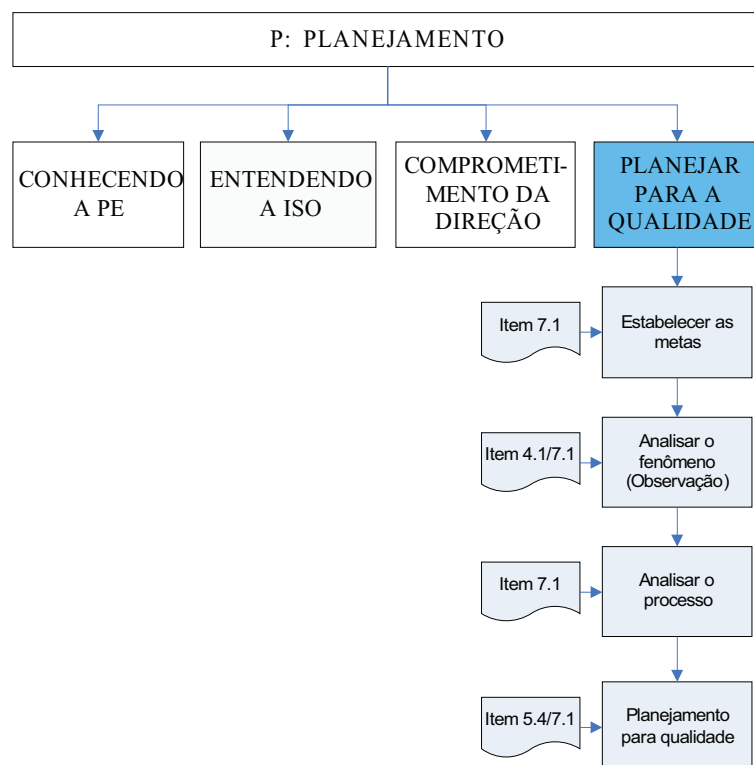


Figura 19 - Quarta etapa do Planejamento da qualidade.

- (2) **Analisar o fenômeno (Observação):** Para o cumprimento deste tópico é necessário conhecermos e identificarmos os processos para operacionalização de um Sistema de Gestão da Qualidade - SGQ e sua aplicação, a determinação da seqüência e interação entre os processos da organização, em concordância com o item 4.1 Requisitos Gerais da norma ISO 9001:2000, para então, focalizarmos na descoberta do problema sob vários pontos de vista, o que podemos chamar de estratificação, logo, a observação *in loco* é fundamental, pois após um pré-estudo do problema, que deverá ser feito no próprio local da ocorrência coletarmos informações suplementares.
- (3) **Analisar o processo:** Para tal análise, como citado anteriormente, é essencial a participação de todos os envolvidos nos processos diretamente ligados à qualidade na confecção do produto. A metodologia usada é a dinâmica de grupo chamada *brainstorming*, com informações coletadas e lançadas no Diagrama de Causa e Efeito, no qual são registradas as diversas causas do problema, para, a partir da análise e

classificação das prováveis origens dessas causas, serem encaminhadas à elaboração dos planos de ação;

- (4) **Planejamento para qualidade (planos de ação):** Os planos de ação conterão medidas para as causas apontadas na fase anterior, seguindo a metodologia conhecida como 5W1H, baseada em seis perguntas que definirão a estrutura do plano, bem como informações complementares que ajudarão a nortear as melhorias no processo de confecção do produto em questão.

As ações seguintes do ciclo PDCA não fazem parte desta metodologia, mas consideramos importante demonstrá-las e comentá-las respectivamente. No quadro 14 são descritas as atividades seguintes.

D: EXECUÇÃO		
RH: CLIENTES INTERNOS	RECURSOS DE INFRA-ESTRUTURA	REALIZAÇÃO DO PRODUTO
Avaliar a assimilação e entendimento da política, objetivos e metas estabelecidas	Avaliar as condições de infraestrutura e ambiente de trabalho para realização dos planos de ação	Implantar os planos de ação aprovados pela PE para os processos de realização do produto
Educar e treinar a nível operacional todos os envolvidos para a execução dos planos de ação e uso da documentação	Verificar a necessidade de melhorias na infra-estrutura como: uso de cronogramas para controle da manutenção em máquinas e equipamentos, manutenção do espaço físico quanto às condições de conservação e limpeza etc	Efetivar as ações pertencentes aos planos
Facilitar a comunicação da informação de forma aberta e nos dois sentidos, com o entendimento de suas atividades e possibilidade de comunicar sugestões e opiniões	Avaliar as condições do ambiente de trabalho quanto ao uso de orientações de segurança, incluindo o uso de EPIs, quanto às instalações de apoio aos funcionários, interação social, calor, umidade, luminosidade, ventilação etc	Coletar dados que serão utilizados na etapa seguinte, de confirmação da efetividade da ação adotada

Quadro 14 - Etapa D: Execução do ciclo PDCA.

Esta etapa, D: EXECUÇÃO, compreende a execução dos planos de ação aprovados pela PE nas oportunidades de melhoria. Para que esses planos sejam executados, precisamos verificar se a política, os objetivos e metas estabelecidas estão bem divulgados a todos os

envolvidos nas atividades diretamente ligadas a qualidade do produto, por meio de pesquisa estruturada.

A educação a partir do treinamento é de fundamental importância para que os recursos humanos, ou seja, nossos clientes internos possam acompanhar as atividades e de forma aberta, participar na comunicação de sugestões, opiniões ou até mesmo dúvidas no funcionamento dos processos. A verificação do atendimento da infra-estrutura e do ambiente de trabalho também serão avaliadas. O objetivo principal desta etapa é o cumprimento dos planos de ação conforme planejado.

No quadro 15, contemplamos a etapa seguinte do ciclo PDCA.

C: VERIFICAÇÃO
REALIZAÇÃO DO PRODUTO
Verificar se a execução ocorreu de acordo com o planejamento, caso contrário retornar a etapa de observação, em seguida fazer nova análise e elaborar um novo plano de ação e emitir o chamado “Relatório de Três Gerações”
Verificar se os resultados esperados (metas) foram alcançados, através da realização de ensaios mecânicos e químicos com o produto
Análise crítica pela PE

Quadro 15 - Etapa C: Verificação do ciclo PDCA.

Para esta etapa, C: VERIFICAÇÃO, será usada a ferramenta da qualidade folha de verificação após o término de cada plano de ação. Sua efetiva realização será acompanhada por meio de coleta de dados, ou seja, por meio dos registros e informações de comprovação das atividades.

Os ensaios realizados deverão ser compatíveis com os pontos de oportunidade de melhoria. As ações serão analisadas criticamente pela PE para verificação do cumprimento das metas. A PE terá a liberdade de verificar se as atividades executadas pelos planos de ação



serão padronizadas e farão parte do processo de realização do produto. Se padronizadas, o quadro 16 demonstra seus procedimentos.

A: ATUAÇÃO CORRETIVA
MEDIÇÃO, ANÁLISE E MELHORIA
Padronizar e manter as ações bem sucedidas
Indicar as ações corretivas para as falhas detectadas
Melhorar continuamente

Quadro 16 - Etapa A: Atuação corretiva do ciclo PDCA.

Nesta etapa, A: ATUAÇÃO CORRETIVA, as atividades bem sucedidas conforme autorização da PE, serão padronizadas. As que não conseguiram atingir as metas podem ser novamente analisadas para criação de novos planos de ação, desta forma, a empresa terá oportunidade de melhorar continuamente seus processos, estabelecendo novas metas e objetivos para qualidade e estendendo este modelo a outros setores da empresa adequando-os a realidade de cada setor.

## 5 RESULTADOS

Para o efetivo emprego da metodologia descrita, contamos com uma Primeira Fase, ou seja, fase introdutória, cujas atividades iniciais nortearam nossa pesquisa e serviram para aquisição dos conhecimentos adquiridos sobre os temas abordados. Estes, muito contribuíram para o entendimento do todo que abrange um trabalho de tal domínio.

As pesquisas do tipo bibliográfica e de campo colaboraram com conhecimentos teóricos e práticos, respectivamente, a partir do levantamento de fontes bibliográficas e experiências adquiridas com algumas empresas do Pólo Industrial de Manaus, que, atualmente, trabalham melhorando continuamente seus processos, produtos e serviços por possuírem a certificação ISO 9001:2000. Como fontes relevantes de pesquisas bibliográficas relacionamos:

- Teses, dissertações e monografias;
- Periódicos, artigos, publicações como um todo;
- Manuais, livros, revistas;
- Sites que abordam os temas.

A pesquisa de campo executada por meio de visita à empresas dos seguimentos de injeção plástica e sopro de PET, injeção de peças para fabricação de artefatos plásticos, reciclagem de materiais plásticos, conjuntamente à certificação ISO 9001:2000, complementou a pesquisa bibliográfica a partir da compreensão prática e observação dos processos que envolvem as atividades inter-relacionadas. As empresas que colaboraram com tais conhecimentos, podem ser descritas por suas respectivas áreas de domínio, segundo quadro 17:

<i>Área de domínio</i>	<i>Empresa</i>
<b>Injeção Plástica/ Sopro de PET/ ISO 9001:2000</b>	AMCOR EMBALAGENS DA AMAZÔNIA S/A
<b>Injeção Plástica/ ISO 9001:2000</b>	MASA DA AMAZÔNIA LTDA; PHILIPS DA AMAZÔNIA INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA;
<b>Injeção de peças para fabricação de artefatos plásticos</b>	NORTEPLAST INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS LTDA; VIDEOLAR S/A
<b>Reciclagem de Materiais Plásticos/ ISO 9001:2000</b>	COPLAST IND. COM. DE RESÍDUOS LTDA.

Quadro 17 - Empresas do Pólo Industrial de Manaus segundo área de domínio.

Durante as visitas às empresas, foram realizadas entrevistas individuais não-estruturadas, com direcionamento à atividade principal da empresa, aplicadas aos seus representantes, visando uma gama maior de conhecimentos a cerca do funcionamento do processo de injeção plástica, os cuidados e controles necessários à indústria de sopro de PET para transformação em pré-formas e garrafas para bebidas carbonatadas respectivamente, o conhecimento das atividades que envolvem a cadeia de reciclagem do plástico, não deixando de tomar parte dos procedimentos aplicados por estas empresas para implantação e certificação no Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000.

O uso da pesquisa exploratória, encontrou relevância, por nos proporcionar formular questionamentos e descobrir enfoques similares as atividades desempenhadas pelas áreas descritas, direcionando a pesquisa à busca da melhoria da qualidade para competitividade da empresa e satisfação dos clientes internos e externos, objetivo comum às empresas visitadas, independente do porte, tecnologia e gestão atribuídas aos processos.

No percurso desta fase introdutória, encontramos algumas dificuldades, que cabem ser comentadas. Portanto, nesta ordem estão:

- Dificuldades de acesso, devido ao local onde as empresas são instaladas;
- Dificuldades de acesso, quanto à autorização para conhecer as atividades desenvolvidas por cada empresa;

-Dificuldades na elaboração de questionamentos e indagações a cerca das atividades observadas;

-Assimilação e inter-relacionamento das diferentes atividades desempenhadas por cada empresa explorada.

Como observação a ser citada, a importância destes conhecimentos preliminares adquiridos, serviram de base para elaboração e desenvolvimento da metodologia proposta.

A Segunda Fase desta pesquisa é dividida em quatro etapas (figura 16) que correspondem ao modelo referência da norma ISO 9001:2000, o método PDCA. No qual, segundo os objetivos desta pesquisa, a etapa P: Planejamento foi efetivamente realizada.

## **5.1 Conhecendo a PE**

Este tópico trata dos principais resultados da primeira etapa desta metodologia, demonstrada segundo figura 16 e divididos em 4 sub-etapas, vejamos:

### **(1) Conhecimento da PE: Diagnóstico**

Como primeiro item da etapa CONHECENDO A PE do P: Planejamento, o diagnóstico da situação atual nos ofereceu uma oportunidade para conhecer a Pequena Empresa e reunir informações que nos auxiliarão à tomada de decisão em busca das oportunidades de melhoria. Essas informações foram colhidas por meio de observações estruturadas, entrevistas estruturadas e não-estruturadas, conversas informais que incluíram a direção e funcionários diretamente envolvidos no processo produtivo e nos possibilitaram analisar a realidade da empresa. Estão assim divididas:

- *Tipo de atividade e Mercado local*

Ao longo de 10 anos, a Pequena Empresa de reciclagem vem se firmando na Região Norte, no segmento industrial de injeção plástica com a fabricação e comercialização de telhas e cumeeiras, distribuindo, atualmente, seu produto para algumas regiões do país. Logo, tem buscado alternativas para melhoria da qualidade de seus produtos visando uma maior participação no mercado a qual está inserida, sempre buscando atender as necessidades e exigências de seus clientes.

A telha em estudo, apresenta boa aceitação comercial e algumas vantagens de uso em relação a telhas fabricadas a partir de outros materiais. Podemos destacar o uso de estrutura mais simples e barata, rapidez e facilidade na montagem, com algumas dessas características que resultam do uso de um material mais leve, chegando a pesar oito vezes menos que as telhas de barro comumente usadas.

Hoje, a preocupação ambiental é uma indispensável aliada da competitividade industrial. Há poucas décadas atrás não se imaginava que fosse possível conciliar as necessidades do desenvolvimento industrial com a manutenção do equilíbrio ecológico. A utilização de material reciclado como matéria-prima foi uma alternativa consciente do abandono na utilização de recursos não-renováveis.

Essa preocupação com o meio ambiente é refletida na forma como a PE vem adquirindo a matéria-prima que utiliza. Sua produção é sustentada pela compra de sucatas de PET (pré-formas, borra e resíduos de PET) que são fornecidas pelas empresas fabricantes desse produto (refugo pós-fabricação), e, principalmente, da compra de garrafas de PET da coleta realizada por cooperativas e associações de catadores (uso pós-consumo), existentes em alguns bairros da cidade e que vêm aumentando substancialmente. Hoje a empresa tem cadastrados mais de 20 postos de coleta em toda a cidade de Manaus.

Objetivando despertar nos moradores do entorno de igarapés e bairros populares da cidade a conscientização ambiental como exercício da defesa ecológica e do desenvolvimento social, foi apresentada proposta de geração de emprego e renda, por intermédio da reciclagem de garrafas plásticas, que serão absorvidas comercialmente pela PE. Assim, a empresa está gerando oportunidades de negócios para muitas pessoas que se encontram desempregadas e desejam trabalhar com a reciclagem das garrafas de PET em Manaus.

A popularização da coleta seletiva de lixo permitirá um maior cuidado na manipulação das garrafas vazias (pós-consumo) e, conseqüentemente, reduzirá os custos de sua utilização na produção de produtos de boa qualidade e a redução da agressão ao meio ambiente.

Desta forma, segundo informações da PE, esta vem retirando do lixo, cerca de 60t das mais de 400 t/mês de garrafas PET pós-consumo em Manaus, evitando que igarapés se poluam e que se sujem as ruas e a cidade.

- *Cientes e Competitividade do setor*

O perfil de clientes atendidos pela empresa é formado por lojas de materiais de construção (23,2%), construtoras (18,1%) e o público varejista em geral (58,7%). Dos quais, destacamos os que têm maior contribuição para o faturamento da empresa.

A PE atende o mercado regional e nacional, não atuando, ainda, no mercado internacional. Segundo dados da empresa, toda a produção é comercializada a um prazo médio de 30 dias, obedecendo a seguinte distribuição geográfica: Amazonas = 35%; São Paulo = 35% ; Rio de Janeiro = 9% ; Rio Grande do Sul = 5% ; Mato Grosso = 5%; Ceará = 1% e Outros estados = 15%.

A principal medida para a oportunidade de crescimento da PE está ligada ao crescimento do setor da construção civil no Estado do Amazonas, principalmente na capital Manaus, onde está concentrado o Pólo Industrial de Manaus - PIM. A cidade é um verdadeiro

canteiro de obras “a céu aberto”, por todas as zonas, o mercado imobiliário mostra sua força. Os jornais, principalmente os de grande circulação, publicam novos lançamentos de prédios comerciais e conjuntos habitacionais para todos os perfis de consumidores.

No mercado da construção civil as telhas mais consumidas nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, dos quais destacamos os preços do milheiro nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, são:

- a) Telha cerâmica tipo francesa (16 unids/m<sup>2</sup>) – R\$ 807,94/SP e R\$ 900,00 /RJ;
- b) Telha ondulada de fibrocimento (e = 6mm, de 1,83 x 1,10 m = unid) – R\$ 22,00/SP e R\$ 23,57/RJ.

Segundo a empresa em estudo, as principais concorrentes das telhas de PET no Estado do Amazonas, são as telhas de barro. Em relação ao preço unitário, elas são mais baratas que a telha de PET, pois estas necessitam de um maior consumo de energia para o funcionamento dos principais processos que vão desde a limpeza do material até a transformação da telha.

A participação da PE no mercado, ainda é muito pequena em relação aos produtos similares no mercado. Contudo, a matéria-prima utilizada na fabricação da telha de barro, caminha para um processo de extinção, pois agride diretamente o meio ambiente.

- *Características intrínsecas e desafios*

A Pequena Empresa em questão, cujo contexto competitivo é formado por fornecedores de materiais de cobertura para construções, concorre e contribui, regional e nacionalmente, com recurso essencial à construção civil. A eficiência em uso das telhas, à luz da NBR 15575-5 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas, é considerada uma qualidade essencial quando aplicada à edificações. Lembrando que esta, é apenas uma qualidade intrínseca relacionada às

funções ou propriedades que uma telha deve desempenhar, logo fator relevante na escolha do tipo de telha a adquirir.

As características intrínsecas e desafios pertencentes a PE, podem ser entendidos mais facilmente quando relacionados. As observações nos permitiram conhecer algumas destas características, sendo elas:

-É Pequena Empresa, de acordo com critérios de classificação, e reúne características, quanto organização, negativas (quadro 11);

-Concorre com outras empresas do setor de cobertura em qualidade de seus produtos e serviços;

-A PE como uma empresa, cuja atividade de reciclagem atribui ganhos importantes, recebe poucos incentivos, ou seja, falta de uma maior conjunção de ações governamentais, empresariais e pesquisas do setor. Com exemplo, não cabe à indústria pensar na complexidade da reciclagem da embalagem criada, dessa forma, é comum uma mesma embalagem de plástico possuir um rótulo feito de um determinado tipo de polímero, a tampa de outro e o frasco de outro totalmente diferente.

-A principal matéria-prima para confecção do produto telha de PET não é virgem, provém de lixões (pós-consumo) e indústrias (pós-industriais);

-Falta de fornecimento contínuo de matéria-prima de qualidade, ou seja, proveniente de coleta seletiva (matéria-prima limpa);

-Os processos que envolvem a reciclagem consomem recursos financeiros, humanos, infra-estrutura, etc. que encarecem o produto;

-Como matéria-prima reciclada, logo pode se atribuir perda de propriedades durante os processos que envolvem a reciclagem;

-O produto confeccionado, a telha de PET, é agredido quando exposto à radiação ultravioleta, bem como à oxidação, ao efeito da temperatura, a ação de microorganismos que,



como se percebe, ocasionam a degradação do material comprometendo a durabilidade do produto, propriedade importantíssima, dentre outras propriedades.

Ao conhecermos essas limitações podemos nos confortar contemplando os aspectos reais da contribuição que esta, como outras Pequenas Empresas, independentes de suas características e desafios oferecem ao contexto nacional, como importante segmento de inclusão social e econômica de desenvolvimento econômico para o país e para a região, no caso da empresa em estudo.

Além dos desafios apontados, a Pequena Empresa em estudo, possui características intrínsecas e contribuições que podem ser conhecidas. São elas:

-É Pequena Empresa, de acordo com critérios de classificação, e reúne características, quanto organização, positivas (quadro 11);

-Concorre com outras empresas do setor de cobertura em qualidade de seus produtos e serviços;

-A principal atividade desenvolvida pela PE é a reciclagem, que a cada dia torna-se uma das atividades mais importantes de proteção ambiental, apresentando diversas contribuições;

-Em se tratando de reciclagem, considerando a quantidade de lixo já disposta na natureza, a reciclagem se apresenta como solução atraente para os problemas de gerenciamento dos resíduos, economicamente falando, do ponto de vista empresarial como dos órgãos estaduais de proteção ambiental (abordagem hierárquica dos 3R's). Os resíduos possuem valor econômico agregado, quando reincorporados ao processo produtivo;

-Atrelado ao valor econômico agregado está o conhecimento para o desenvolvimento de tecnologia e domínio da tecnologia para uso na transformação dos resíduos em um novo produto, inserindo-o no mercado, gerando um vida útil maior à matéria-prima;

-A PE gera emprego e renda para diversos níveis da pirâmide social, contribui com o trabalho desenvolvido por aproximadamente 10 pontos de coleta, distribuídos em associações/cooperativas/núcleos, cada um com aproximadamente 5 famílias, além do material recebido de empresas beneficiadoras (atravessadores) e empresas de bebidas carbonatadas;

-De um modo geral e, principalmente, no caso específico da LM da Amazônia, a reciclagem gera, além dos ganhos ambientais, ganhos sociais e econômicos para a região;

-A reciclagem, como um novo setor de atividade econômica, é portadora das maiores esperanças de se ter um modelo de desenvolvimento competitivo e ao mesmo tempo sustentável a nível mundial. A PE está inserida em um mercado com tendência de crescimento a curto, médio e longo prazo.

## **(2) Foco no cliente**

Para o atendimento às necessidades e expectativas dos clientes é necessário conhecê-las. Segundo o perfil de clientes atendidos pela PE, o público varejista em geral é o maior consumidor do produto com 58,7% das vendas, mas optamos por aplicar a entrevista do tipo estruturada (APÊNDICE 1) às lojas de materiais de construção, que ficam em segundo lugar com 23,2%. Estas, por fornecerem os produtos tanto para o público varejista em geral, quanto para às construtoras, são as mais indicadas para responder a pesquisa, afinal atendem a todos os envolvidos através do fornecimento do produto.

Escolhemos as seis lojas que mais compram e, conseqüentemente, fornecem o produto. São elas:

-Loja (1): JLN Materiais de construção;

-Loja (2): Ponto da Telha;

-Loja (3): Centro da Construção;

-Loja (4): Cia da Telha;

-Loja (5): Casa da Telha;

-Loja (6): Fermazon.

A entrevista foi aplicada ao representante da empresa responsável pela aquisição dos materiais. Os resultados da entrevista foram bastante positivos, pois as empresas puderam expor suas opiniões, cujas informações a PE não tinha conhecimento até a conclusão das entrevistas.

As lojas de materiais de construção se pronunciaram a respeito do trabalho ambiental realizado pela empresa estudada e consideraram em unanimidade que a PE é um exemplo de realização, proporcionando um futuro melhor às próximas gerações. Elas afirmam que possuem clientes que adquirem o produto por se sentirem bem ajudando e colaborando com a preservação do meio ambiente, uma opção a mais para um público que tem foco na preservação, uma delas cita a valorização dada à preservação, por realizar dentro de sua organização trabalhos voltados para a diminuição de resíduos.

Foram realizados questionamentos sobre a importância da aquisição de materiais de construção de qualidade, das especificações, propriedades e características que levam em consideração ao adquirem produtos, incluindo as telhas ecológicas, sendo que muitos preferem trabalhar fornecendo produtos de empresas sólidas e renomadas no mercado, que apresentem garantia de seus produtos e que deem suporte técnico aos seus clientes a fim de garantir a satisfação dos mesmos na compra do produto. As empresas opinaram também, sobre qual requisito melhorariam na telha em estudo, surgindo importantes colocações, como aumento da vida útil, que consiste em uma melhor durabilidade, acabamentos do material como cumeeiras e terminais, formas de amarração, modelos diferenciados, um tamanho

menor, como as cerâmicas, ou um tamanho maior do produto para diminuição do tempo de aplicação, como as de fibrocimento.

Como objetivo principal, a entrevista buscou conhecer as propriedades que, segundo os clientes, poderiam ser melhoradas para uma maior competitividade do produto telha, observadas por eles pela experiência com seus clientes. Este último item deu origem a tabela 9.

<b>TABELA DE RESULTADOS</b>							
<b>Descrição das propriedades</b>	<b>Clientes</b>						<b>T o t a l</b>
	<i>JLN</i>	<i>Ponto da Telha</i>	<i>Centro da construção</i>	<i>Cia da Telha</i>	<i>Casa da telha</i>	<i>Fermazon</i>	
Durabilidade*	x	x	x		x		4
Resistência à deformações**	x		x		x		3
Conforto térmico		x	x				2
Conforto acústico		x	x				2
Estanqueidade			x				1
Custo		x		x			2
Características arquitetônicas***							0
Aplicação							0

\* Envelhecimento, resistência à intempéries, tempo de garantia do produto.\*\*Esforços de natureza mecânica: impacto, tração, compressão.\*\*\*Estética.

Tabela 9 - Propriedades que a telha ecológica pouco atende e/ou não atende.

Com base nos dados alcançados por pesquisa qualitativa, concluímos que a propriedade mais votada está relacionada com a durabilidade do material, representando a propriedade de maior deficiência do ponto de vista dos clientes. Logo, a identificação do problema está relacionada com a qualidade intrínseca do material. Estas informações nortearão a obtenção das metas de melhoria.

### **(3) Compreensão da qualidade na PE: Diagnóstico**

A participação posterior dos clientes internos e gerência da PE e sua contribuição na elaboração do planejamento para a qualidade, nos levaram a incluir este tópico pela necessidade de entendimento mínimo sobre os conceitos de reciclagem, processo e qualidade a todos os participantes.

Por meio de questionários aplicados em nível gerencial (APÊNDICE 2) e em nível operacional (APÊNDICE 3), confirmamos a necessidade da aplicação de palestras como forma de enriquecer os conhecimentos que cada cliente interno têm em si por experiências diárias, bem como a gerência. Deste modo, poderão contribuir da melhor forma possível com os objetivos da pesquisa.

Os resultados da aplicação do questionário mostraram que 91,6% dos participantes tem noção das características de um produto com qualidade e 66,6% identificam quando a empresa é comprometida com ações voltadas para a qualidade.

Quanto aos clientes, 66,6% identificam quem são os clientes externos da PE e 75% conhecem suas necessidades e expectativas.

Quanto aos processos, 75% identificam quais os processos de realização do produto gerenciados pela PE, mas apenas 16,6% conhecem os recursos necessários para a execução desses processos. Na opinião de 66,6% dos clientes internos a PE precisa investir em treinamentos para melhoria das habilidades dos funcionários visando a melhoria das atividades desempenhadas por eles, 75% informaram que sabem como realizar seu trabalho e os demais, 25%, têm dúvidas se estão fazendo a coisa certa e precisam de instrução para desempenhar suas atividades. E por fim, como contribuição importante, 75% estão orgulhosos de trabalhar em uma empresa que preserva a natureza e o bem estar da população em geral.

#### (4) Padrão ISO X Procedimentos PE: Diagnóstico

O conhecimento do tópico presente, nos dá uma idéia de como a empresa trata os conceitos da qualidade. Desta forma, por meio de questionário para diagnóstico da situação atual x requisitos da norma ISO 9001:2000 (APÊNDICE 4) aplicados ao representante da PE, tomamos conhecimento das atividades da PE voltadas para a qualidade de seus processos e produtos.

Os quadros de 18 a 22 apontam o resultado da aplicação do diagnóstico, utilizando as legendas (S) Sim, (EP) Em parte e (N) Não com respectivas respostas às questões.

Seção 4 – Sistema de Gestão da Qualidade	Requisito	Legenda
A pequena empresa possui estrutura organizacional documentada?	(4.1)	N
Estão determinadas a seqüência e a interação dos processos existentes?	(4.1)	S
Há disponibilidade de recursos e informações necessárias para apoiar a operação e o monitoramento desses processos?	(4.1)	N
Estão sendo determinados critérios e métodos para assegurar que a operação e o controle desses processos sejam eficazes?	(4.1)	S
A PE possui documentos descrevendo um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)?	(4.2.1)	N
A PE possui documentos descrevendo um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)?	(4.2.1)	N
A PE controla seus documentos e registros?	(4.2.3/4.2.4)	S

Quadro18 - Seção quatro da NBR ISO 9001.

O quadro 18 nos traz requisitos que definem as etapas necessárias para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ, como visto, há a necessidade de reestruturação do sistema, definindo responsabilidades, autoridades e a comunicação das pessoas que trabalham na PE, com a finalidade de construir uma estrutura organizacional de acordo com a realidade. Deste modo, o descompasso na realização dos objetivos se faz presente.

A determinação da sequência e interação dos processos, não está documentada, somente na mente de seus gestores, é interessante que todos saibam onde começa e termina suas atividades, seus fornecedores e clientes no processo. Com a determinação da sequência e interação, há possibilidade de identificar e analisar modificações, controles, monitoramentos, necessidade de recursos, bem como informações pertinentes para assegurar que cada processo seja executado de forma eficaz.

A empresa não possui uma ferramenta eficaz de planejamento e realização lógica de suas atividades, com o objetivo de assegurar os resultados de seus processos, tão pouco a melhoria contínua. Administrar por meio de um SGQ requer planejamento das ações para que possa chegar ao resultado planejado em busca da melhoria contínua.

Constatamos para o restante das indagações a impossibilidade de existirem critérios, métodos, documentos e registros. No entanto, tais quesitos são pilares para quem deseja implantar um SGQ. É por meio desses documentos que a empresa assegura que seus produtos ou serviços atendam, aos requisitos dos clientes.

Seção 5 – Responsabilidade da direção	Requisito	Legenda
Há evidências do comprometimento da PE com o desenvolvimento, com a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade e com a melhoria contínua de sua eficácia?	(5.1)	S
A PE pré-determina e atende aos requisitos dos clientes com o propósito de aumentar sua satisfação?	(5.2)	N
A PE possui política da qualidade estabelecida e documentada?	(5.3)	N
A PE estabelece objetivos para o alcance da qualidade?	(5.4.1)	S
Existe um planejamento de um SGQ identificando requisitos?	(5.4.2)	N
As funções, responsabilidades e autoridades estão definidas e documentadas dentro da organização?	(5.5.1)	EP
Existem evidências de comunicação interna com o objetivo de promover o envolvimento e motivação de todos os colaboradores da PE na implantação e manutenção de um SGQ?	(5.5.3)	EP
A PE avalia pela análise crítica as oportunidades de melhorias e necessidades de modificações em intervalos pré-determinados?	(5.6)	N

Quadro19 - Seção cinco da NBR ISO 9001.

O quadro 19 nos mostra que a empresa está consciente da necessidade de melhorar seus processos; porém, há a necessidade de agir, demonstrando para toda a empresa, por meio de uma adequada comunicação com os clientes internos, a importância, por exemplo, do atendimento aos requisitos dos clientes. Mas, como descrito, se a PE não pré-determina esses requisitos, não há como atendê-los.

Também não se encontrou formalizada uma política da qualidade, logo os objetivos e metas também não existem. As funções, responsabilidades e autoridades estão definidas verbalmente, é necessário assegurar que a atribuição de responsabilidades e autoridades fosse feita de maneira clara, esclarecendo-se quem faz o que, quando e como, para evitar a possibilidade de confusões e/ou duplicidade de ações, sendo simples e objetiva. Quanto a comunicação interna, há poucas evidências, já que não existem ações de comunicação para o envolvimento de todos.

As reuniões de análise crítica ocorrem quando das modificações no planejamento das ações de melhoria, logo o planejamento é inexistente impossibilitando incrementar sugestões de mudança em intervalos pré-determinados.

Seção 6 – Gestão de Recursos	Requisito	Legenda
A PE prover recursos necessários para implementar e manter um SGQ e melhorar sua eficácia com o objetivo de aumentar a satisfação dos clientes mediante o atendimento a seus requisitos?	(6.1)	N
O pessoal que executa atividades as quais afetam a qualidade do produto tem sua competência definida com base em educação, treinamento, habilidade e experiências apropriadas?	(6.2)	EP
Há infra-estrutura necessária para o atendimento dos objetivos de um sistema de gestão?	(6.3)	EP
Quanto ao ambiente de trabalho, este é adequado, oferecendo condições necessárias para alcançar conformidade com os requisitos do produto?	(6.4)	S

Quadro20 - Seção seis da NBR ISO 9001.

No momento, de acordo como o quadro 20, a PE não prover recursos para implementar e manter um SGQ. Entendemos, desta forma, que esta ação ainda não é uma



prioridade da empresa, apesar de possuir uma estrutura que favoreça a implementação da gestão em seus processos. Por ser uma Pequena Empresa, apresenta vantagens comparando-as com empresas de outros portes, pelo processo de certificação simplificado e mais facilmente controlado.

Seção 7 – Realização do produto	Requisito	Legenda
A PE planeja a realização do produto contemplando objetivos, requisitos, processos, critérios de aceitação e monitoramento?	(7.1)	EP
Os requisitos do cliente relacionados ao produto são determinados, identificados e documentados?	(7.2.1)	N
Em relação à comunicação com o cliente, esta é eficaz, contendo informações, reclamações, e outras consultas?	(7.2.3)	EP
A PE mantém procedimentos implementados para assegurar que os produtos adquiridos estão conforme os requisitos especificados de aquisição?	(7.4)	EP
A PE mantém as atividades de operação dos processos de realização de seus produtos sob condições controladas?	(7.5.1)	S
As atividades de verificação e validação são consideradas nos processos de realização do produto?	(7.5.2)	S
A PE mantém procedimentos para preservação do produto inclusive durante o processamento interno, até sua entrega no destino pretendido, para garantir sua conformidade?	(7.5.5)	S

Quadro 21 - Seção sete da NBR ISO 9001.

Do ponto de vista da norma, em comparação ao quadro 21, o requisito foco no cliente é de fundamental interesse para ações da empresa em busca do atendimento aos seus requisitos, deste modo, quando a PE descreve que não determina esses requisitos, ela provavelmente não está trabalhando em busca de agradá-lo. No entanto, no planejamento de produção, estão incluídos os itens de definição do que realmente o cliente deseja, aquisição de matérias-primas, planejamento e execução do que foi planejado, entrega do produto; e finalmente, controle de medição e monitoramento. A PE, deve efetuar uma análise rigorosa dos requisitos dos clientes, antes de iniciar sua produção.

Atualmente, a comunicação com o cliente não é adequada, a PE precisava desenvolver um sistema de comunicação capaz de registrar a comunicação com o cliente, de solucionar as

suas necessidades de informação, de garantir o esclarecimento de dúvidas, o atendimento às reclamações, às sugestões, etc.

Outra observação se faz importante quanto ao controle na aquisição do material, o fato de a PE trabalhar com resíduo, uma matéria-prima de difícil caracterização, não a isenta de prescrever aos seus fornecedores, condições aceitáveis de aquisição do material.

Seção 8 – Medição, Análise e Melhoria	Requisito	Legenda
Existe um planejamento para a implementação dos processos necessários de monitoramento, medição, análise e melhoria para demonstrar conformidade do produto?	(8.1)	S
Existem medição e monitoramento de produto, de maneira a verificar se os requisitos do produto estão sendo atendidos?	(8.2.4)	S
Existe controle de não-conformidades?	(8.3)	S
A PE possui métodos sistemáticos e ferramentas que possibilitam melhorias no desempenho da organização?	(8.5.1)	EP
A PE registra as não-conformidades e toma as ações preventivas e corretivas para prevenir e eliminar a causa do problema? Estas ações são registradas?	(8.5.2/8.5.3)	S

Quadro 22 - Seção oito da NBR ISO 9001.

Como último tópico a ser descrito, este é de extrema importância no desenvolvimento de produtos ou serviços, pois o objetivo desse requisito é monitorar ou medir a satisfação do consumidor, a performance do sistema da qualidade da empresa, além da conformidade dos processos, produtos ou serviços. A PE não tem como monitorar ou medir a satisfação dos clientes, pois não procura determinar os requisitos que os clientes consideram relevantes no produto confeccionado por ela.

Por outro lado, para existirem controles efetivos de medição e monitoramento, seja da satisfação dos clientes, sejam dos processos e serviços existentes, há necessidade de procedimentos e registros das ações, com estabelecimento de indicadores ao alcance das metas e essa realidade não é visualizada na PE.

## 5.2 Entendendo a ISO

Segundo observações e atendendo deficiências descobertas na etapa anterior, entendemos a necessidade de explanação das palestras, objetivando despertar a motivação dos clientes internos e envolvê-los nas ações voltadas para melhoria contínua dos processos. Esta segunda etapa, possui somente um tópico, o qual está descrito de acordo com a figura 17 demonstrada anteriormente.

### (1) Motivação do clientes

Contemplando o primeiro item, CONHECENDO SUA ATIVIDADE PRINCIPAL, decidimos iniciar os conhecimentos, a partir da demonstração da importância da reciclagem, por meio da apresentação da problemática dos resíduos sólidos, do percentual de lixo coletado diariamente no Brasil e da contribuição do lixo plástico, juntamente ao potencial poluidor do PET, bem como do crescente consumo *per capita*, mundialmente. Apresentamos as diversas formas de tratamento e destinação do lixo, a demonstração da reciclagem como principal forma de destinação e suas vantagens em relação às demais. Por fim o potencial de crescimento do setor da reciclagem, objetivando demonstrar a parcela representativa de contribuição das atividades desenvolvida pela PE.

Os resultados iniciais foram bastante positivos pelo interesse demonstrado por eles em participar e aprender mais a cerca da reciclagem. Em complementação a primeira palestra, a importância da reciclagem, a segunda palestra, os fatores que afetam a reciclagem de PET, evidenciou a necessidade que os clientes internos tinham em conhecer mais profundamente as condições favoráveis de reprocessamento do PET para obtenção de um produto com melhores propriedades. Como principais conclusões, chegamos ao entendimento que todas as etapas

que envolvem a transformação do produto PET são importantes para a sua qualidade final, assim como a qualidade de produto está ligada diretamente ao controle dos processos que envolvem sua confecção. Do ponto de vista organizacional, concluímos também, que, além do apelo ambiental, se a empresa gera um produto de qualidade, todos os envolvidos são beneficiados, pois o produto torna-se competitivo no mercado em que está inserido, logo a empresa de reciclagem, permanece no mercado, gerando ganhos ambientais, culturais e sócio-econômicos.

Contemplando este segundo item, CONHECENDO A ISO, demonstramos inicialmente as características relevantes das Pequenas Empresas no contexto nacional, como segmento importante de inclusão social e econômica, oferecendo acesso às oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico do país. Desta forma, a importância que as PEs têm manter e conquistar novos clientes e, ao mesmo tempo, estar preparado para a concorrência é administrar a Pequena Empresa com qualidade.

A afirmação acima descrita foi reforçada na palestra, conceitos da qualidade: a importância de se ter um sistema de gestão da qualidade para a competitividade da empresa, por meio da NBR ISO 9001:2000 Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos, demonstrando que para ser realmente eficiente, ou seja, produzir o efeito desejado, qualquer empresa, grande ou pequena, precisa sistematizar a maneira de conduzir suas atividades. Nesse contexto, o modelo para implantar esse tipo de sistema é a ISO 9000, composta por 8 princípios que norteiam suas ações, explanados um a um com sua respectiva importância para a efetividade do sistema.

Durante a explanação da palestra, foi observada uma certa dificuldade de assimilação dos conceitos. Procuramos da melhor forma possível demonstrar que através da ISO poderíamos ditar ações de melhoria que trariam importantes benefícios para a PE e com isso contávamos com a participação de todos os envolvidos. Contudo, através do enfoque no

princípio de melhoria contínua, que compõe o terceiro item, CONHECENDO O CICLO PDCA, por meio da palestra planejamento para a qualidade, houve o interesse de todos no entendimento deste princípio e uma maior participação com perguntas e dúvidas que iam surgindo no decorrer da explanação da palestra.

Transmitimos todos os atributos que compõe a etapa P: Planejamento do PDCA para facilitar a elaboração do planejamento para a qualidade no momento oportuno. A palestra planejamento para a qualidade, pôde abrir o entendimento de todos os participantes, porque a partir dela, demonstramos a política da qualidade da PE, os objetivos, as metas, localizamos o problema, demonstrando os resultados do foco no cliente, observamos e analisamos os processos de realização do produto, focalizando os de maior interesse na realização do produto, identificando onde estavam as oportunidades de melhoria.

### **5.3 Comprometimento da direção**

A etapa presente, descreve as ações de responsabilidade da direção da Pequena Empresa. A direção é formada pelo principal responsável pela PE, logo é necessário o seu comprometimento para o desenvolvimento desta metodologia.

#### **(1) Comprometimento**

O tópico COMPROMETIMENTO, pertencente à etapa, COMPROMETIMENTO DA DIREÇÃO, é excepcional à pesquisa, sem a qual esta não ocorreria. A direção demonstrou-se

comprometida com a melhoria contínua para a qualidade, a partir do momento em que entendeu e permitiu a realização da metodologia proposta na PE.

Houve a liberação de quatro horas por semana para desenvolvimento das atividades pertencentes à metodologia.

## **(2) Planejamento**

As ações que constam para este tópico, PLANEJAMENTO, dizem respeito a elaboração da política e objetivos da qualidade.

Com o apoio da direção discutimos e definimos a versão da política da qualidade, adequada segundo os propósitos da PE, cuja elaboração descrevemos desta forma:

*“Fornecer produtos, oriundos do processo de reciclagem e injeção termoplástico, que satisfaçam às expectativas dos clientes, através do comprometimento de todos os colaboradores com a melhoria contínua da qualidade nos processos e produtos”.*

Para o cumprimento da política da qualidade, os objetivos da qualidade, mensuráveis e coerentes com a política, ficaram assim determinados:

*(1) Melhorar continuamente os processos;*  
*(2) Atender aos compromissos assumidos com os clientes;*  
*(3) Assegurar a habilidade a nossos colaboradores para execução e aperfeiçoamento de seus processos.*

Tomando como base as informações oriundas da política e objetivos da qualidade, abrimos direcionamento para a determinação das metas de melhoria para então alinhá-las de acordo com a necessidade e expectativas dos clientes.

### **(3) Participação no planejamento da qualidade pela PE**

Nas reuniões de elaboração do planejamento para a qualidade, não houve a efetiva participação da direção da Pequena Empresa. Houve, no entanto, uma participação indireta que ocorreu por meio do envio de um representante da direção e principal responsável pelo gerenciamento dos processos, por meio do qual eram transmitidas informações à direção da PE sobre o andamento da pesquisa.

A contribuição do representante da direção foi considerada essencial para a criação do planejamento da qualidade, pois ele vivência diariamente os gargalos no processo de confecção do produto, estando preparado para apontar as dificuldades encontradas.

### **(4) Responsabilidade, autoridade e comunicação/ Análise crítica/ Provisão de Recursos**

Este tópico do planejamento da qualidade se torna executável, quando a direção da Pequena Empresa decidir realizar o planejamento para a qualidade. Se a PE adotar as ações descritas no planejamento, terá que definir responsabilidades e autoridades de seu pessoal, contando com sua participação para o atingimento dos objetivos e metas da qualidade.

A comunicação à todos, das medidas para a qualidade tomadas no plano de ação, é essencial para que se promova maior envolvimento e motivação de todos os clientes internos para o sucesso da execução dos planos.

Deverá ocorrer à direção, quando da execução dos planos, a análise crítica dos resultados oriundos do plano de ação, assim como a provisão dos recursos essenciais para a efetividade das atividades.

## 5.4 Planejar para a qualidade

A atual etapa, PLANEJAR PARA A QUALIDADE, representa a aplicação de todos os conhecimentos e observações até o momento adquiridos, o que a faz de grande importância. Não deixando de comentar que esta afirmação não torna as outras etapas menos importantes, mas todo o esforço dispendido até aqui, foi com o objetivo de obtermos sucesso nesta etapa.

### (1) Estabelecer as metas

Alinhando as metas de melhoria aos objetivos da qualidade, o estabelecimento destas constituiu parte decisiva para o atendimento às necessidades dos clientes.

A partir da pesquisa de mercado, identificamos no item FOCO NO CLIENTE, da etapa CONHECENDO A PE, a insatisfação dos clientes com a durabilidade do produto. No entanto, se a identificação do problema está relacionada com a qualidade intrínseca do material, decidimos focalizar nossos esforços ao alcance do objetivo da qualidade que está intimamente relacionado com a qualidade do produto.

O objetivo (1) Melhorar continuamente os processos, nos fornece um maior foco no atendimento aos clientes. Não obstante, as metas estabelecidas foram alinhadas conforme este objetivo.

Se procuramos descrever as metas relacionando-as com a melhoria contínua dos processos, é bem verdade que precisamos identificar os processos realizados pela PE de maior relevância para transformação do resíduo, em flocos, e respectivamente em telhas.

Os processos que identificamos nas observações de campo são os seguintes:

(1) Aquisição/Recebimento;



- (2) Reciclagem/Revalorização;
- (3) Transformação/Injeção plástica;
- (4) Estocagem/Expedição.

Destes, os três primeiros são fundamentais para obtenção de um produto com maior durabilidade, pois tratam diretamente a matéria-prima de transformação. As metas propostas conforme seus respectivos processos são:

- Processo de Aquisição

*(1) Reduzir em 50% as contaminações da matéria-prima em 1 ano.*

- Processo de Reciclagem

*(1) Analisar 100% dos lotes de material moído para verificação de contaminantes em 1 ano.*

- Processo de Transformação

*(1) Adequar em 50% as condições da matéria-prima segundo especificações do material em 1 ano.*

## **(2) Analisar o fenômeno**

Este item ANALISAR O FENÔMENO, da etapa PLANEJAR PARA A QUALIDADE, demonstra sua importância pela necessidade de conhecermos e identificarmos os principais processos para operacionalização das ações de melhoria e determinarmos sua seqüência e interações. Deste modo, a descoberta do problema que ocasiona a insatisfação do cliente, é mais facilmente percebida.

Na visualização dos processos que compõe a estrutura organizacional da Pequena Empresa, identificamos as respectivas inter-relações, distribuídas consoante figura 20.

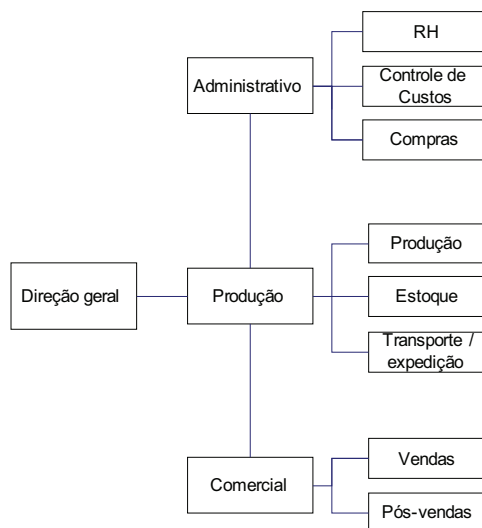


Figura 20 - Estrutura organizacional da PE.

Os processos de interesse à pesquisa, são os que têm ligação direta com a realização do produto, pois a qualidade do produto depende de como esses processos funcionam e são controlados.

A visualização da estrutura organizacional, nos revela que a produção, é mantenedora de três processos fundamentais de confecção do produto, anteriormente citados. São eles aquisição, reciclagem e injeção plástica/transformação do produto. Vamos agora conhecê-los e comentá-los:

- *Processo de Aquisição*

O processo de aquisição da matéria-prima, também chamado de recebimento, ocorre de forma simplificada. A visualização do fluxograma da figura 21 nos dá a descrição clara de como a matéria-prima é recebida na PE.

A matéria-prima chega na PE, transportada por caminhões ou caminhonetes, prensada em fardos (figura 22), quando provém de empresas beneficiadoras (atravessadores), ou em big

bags, quando são oriundas de empresas de bebidas carbonatadas e catadores. A distinção do tipo de matéria-prima é visível, pois é originária de três fontes principais.

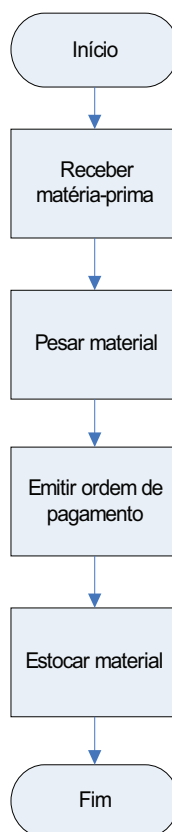


Figura 21 - Fluxograma do processo de aquisição.



Figura 22 - Matéria-prima em fardos

Uma observação é comum, apesar de haver três tipos de fornecedores, são duas as classes de resíduos, os pós-consumo e os pós-industriais. Em relação aos pós-consumo,

provenientes de lixões, o mesmo está exposto a todo o tipo de sujeira, como exemplo, resíduos de terra, areia, matéria-orgânica, ferrugem, óleo, outros plásticos etc, sendo considerado uma matéria-prima inferior. Em relação aos pós-industriais, provenientes de empresas de bebidas carbonatadas, são considerados limpos, pois seu resíduo é oriundo de problemas de sopro, sobras de gargalos de injeção, avarias que não são permitidas no controle de qualidade, acidentes como queda do produto etc, sendo considerado matéria-prima de qualidade na indústria de reciclagem.

Um comentário se faz válido quando da observação do processo de recebimento, a PE não possui um tipo de controle da matéria-prima que recebe, por se tratar de resíduo, todo o material que é oferecido e se mostra similar ao PET é adquirido.

Cabe lembrar que, atualmente, os plásticos estão adquirindo características cada vez mais abrangentes, logo pode-se pensar adquirir um tipo de plástico e estar-se recebendo outro. A verificação somente visual não é suficiente.

O armazenamento dos fardos e big bags, também acaba por comprometer a qualidade da matéria-prima, muitos são expostos ao ar livre, sujeitos a ciclos de sol e chuva e aos próprios resíduos de terra por estarem armazenados em local sem pavimentação, o que pode ser visto na figura 23. A falta de cuidado no armazenamento desses materiais, implica no processo posterior de lavagem quando ocorre a reciclagem do material.



Figura 23 - Matéria-prima em fardos e big bags estocada.

- *Processo de Reciclagem*

As atividades executadas pela PE durante a reciclagem são apresentadas no fluxograma da figura 24.

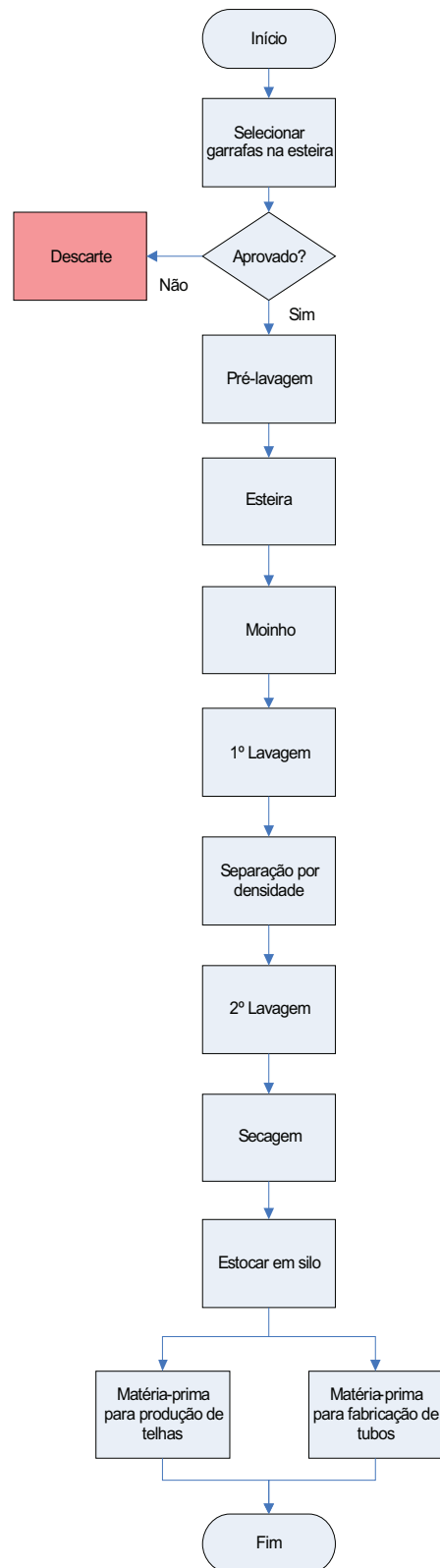


Figura 24 - Fluxograma do processo de reciclagem.

O processo de reciclagem de PET realizado pela PE, é em sua totalidade reciclagem mecânica. Os recipientes de PET, garrafas de refrigerantes de diversos tamanhos, como garrafas de outros produtos em PET, dispostas em sua maior parte em big bags puxados por cabos, são lançados em esteira automática para seleção manual e visual de materiais impuros (figura 25). Derramadas e arrumadas de forma a entrarem uniformemente na pré-lavadora (figura 26), não recebem uma pré-separação dos plásticos do rótulo e tampa, feitos respectivamente de PEAD e PP ou separação anterior para verificação de outros plásticos misturados aos de PET, comprometendo a eficiência da atividade de seleção. O funcionário responsável pela atividade, precisa realizar ao mesmo tempo, a separação do PET verde e transparente e do PET com outros tipos de plásticos similares.



Figura 25 - Seleção manual e visual do PET

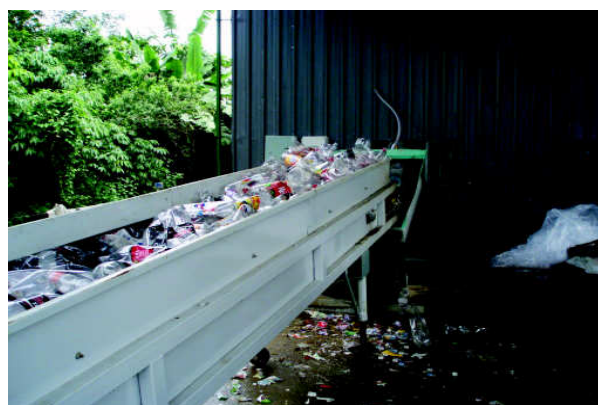


Figura 26 - Garrafas entrando na pré-lavadora

Na pré-lavadora (figura 27), parte dos rótulos, tampas e sujeira são retirados. À medida que saem da pré-lavadora, passam por outra esteira que as lança diretamente no moinho (figura 28), onde são trituradas em pequenos flocos de aproximadamente 5mm.

Quando triturados, os flocos de PET recebem uma nova lavagem, chamada de primeira lavagem, para então serem lançados por rosca no tanque de separação (figura 29).



Figura 27 - Pré-lavadora



Figura 28 - Na sequência, esteira, moinho, primeira lavadora



Figura 29 - Tanque de separação



Figura 30 - Separação por densidade

A separação por densidade (figura 30) ocorre com a sedimentação dos flocos de PET e a suspensão dos flocos do rótulo, de onde são retirados por sistema automático de separação e jogados por tubo de 150mm em camburão de 200l.

Os flocos de PET sedimentados no fundo do tanque de separação, são puxados por rosca e transportados para uma segunda lavagem. Após, são submetidos à secadora (figura 31). Quando secos, são transportados para o silo ensacador através de uma ventoinha e lançados em contêiner flexível para pesagem (figura 32).



Figura 31 - Segunda lavadora, secadora



Figura 32 - Silo ensacador

Finalizando o processo, a matéria-prima flocos é armazenada em big bags, geralmente por cores. Parte da produção é enviada a indústria de tubos, uma vez que a produção por hora é bastante grande e suporta atender outra indústria, logo parte fica na própria empresa para a fabricação das telhas.

Quando tratamos das condições da matéria-prima armazenada, é possível visualizar as condições de cada material. Segundo as figuras 33 e 34, o material verde apresenta aparentemente melhores condições quando observado, por causa de sua cor mais escura, comparado ao transparente onde é mais facilmente visualizado o estado da matéria-prima. A percepção visual demonstra um material transparente sujo e com resíduos de rótulo.

Todo o processo de reciclagem ocorre de forma contínua, logo há dificuldade no controle das etapas. Não existem especificações mínimas de reprocessamento para o PET pós-consumo, como atendimento à satisfação de requisitos essenciais para uma reciclagem bem sucedida.

O principal fator que afeta os flocos de PET pós-consumo é o nível e a natureza dos contaminantes presentes nos flocos. Logo, o processo desenvolvido pela PE, não apresenta cuidados ao atendimentos a esses requisitos comprometendo a qualidade da matéria-prima flocos. Há necessidade de análise por lote para saber se o material processado apresenta condições favoráveis de uso, para então encaminhá-lo à etapa posterior.





Figura 33 - Matéria-prima transparente pós-consumo



Figura 34 - Matéria-prima verde pós-consumo

Com o resultado de análises, é possível descobrir a atividade que precisa ser melhorada, responsável pelas condições do material, para um maior cuidado na atividade do processo que apresenta as falhas.

- *Processo de Injeção plástica/Transformação do produto*

O processo de injeção plástica, também conhecido por transformação do produto, é o processo principal de obtenção das telhas, a partir da injeção plástica o que era resíduo se transforma em um novo produto. As atividades que compõem o processo de transformação são mostradas no fluxograma da figura 35.

Para a realização do processo de transformação do produto, a telha de PET é composta de uma mistura específica para processamento, usualmente a mistura é preparada por porções de 120kg distribuídos em 65 a 70kg da matéria-prima flocos na cor verde, 30 a 35kg da matéria-prima flocos na cor transparente e 20kg de refugo de telha, da cor da telha a ser confeccionada. O material pós-industrial é usado somente quando há em estoque contribuindo com 10 a 20kg de flocos por mistura, não faz parte da mistura padrão.

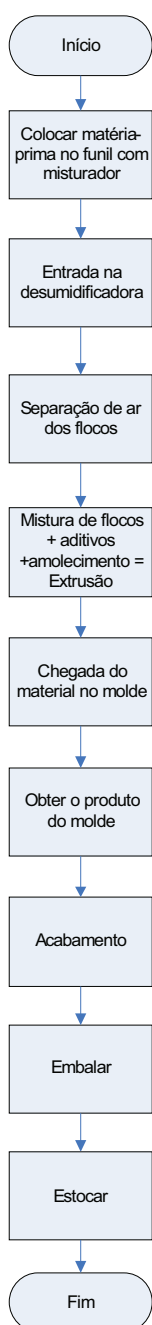


Figura 35 - Fluxograma do processo de injeção plástica.

Nas figuras 36 e 37 podemos visualizar os equipamentos utilizados no processamento. Um funil com misturador recebe a matéria-prima. Conforme a mistura, esta é lançada para uma desumidificadora à temperatura de aproximadamente 200 a 250°C, a qual é preparada por 10 horas e comporta uma quantidade de aproximadamente 1,2 ton quando em sua

capacidade máxima. O alimentador puxa o material desumidificado para o funil, onde é separado o ar dos flocos através de uma ventoinha. Após, é misturado os flocos ao pigmento, na cor da telha que está sendo confeccionada, com aditivos de proteção anti UV, onde é feita a mistura uniforme da pasta, transformando sólido em líquido por amolecimento.

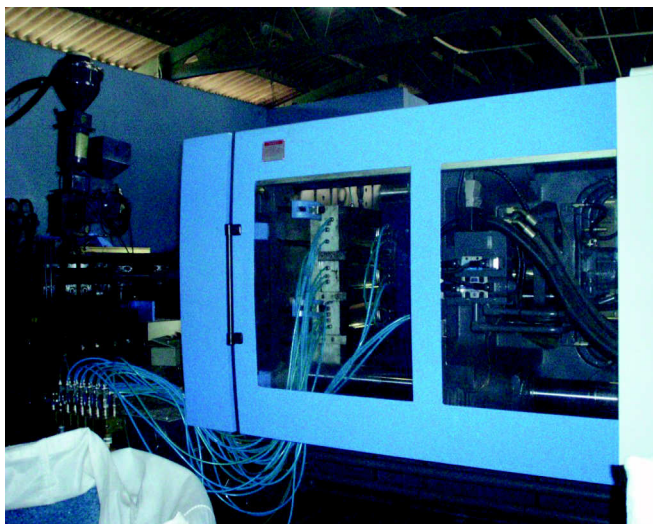


Figura 36 - Alimentador, ventoinha e canhão de amolecimento.



Figura 37 - Funil, desumidificadora.

O material chega na injetora a uma temperatura de  $280^{\circ}\text{C}$  e é resfriada para  $65$  a  $66^{\circ}$  com água natural. A telha é retirada do molde, as rebarbas são retiradas (figuras 38 e 39), amarradas de 6 em 6 unidades formando  $1\text{m}^2$ , empilhadas de 8 em 8 fileiras (figura 40). Sua capacidade de produção é de 19 a  $20\text{m}^2/\text{hora}$  de telha.

Assim como a reciclagem, o processo de transformação é contínuo, logo, dificulta o controle das atividades que o compõem. As observações levadas em considerações dizem respeito ao controle das atividades desse processo, quando da mistura da matéria-prima, suas proporções e tipos de material envolvido, ao controle da temperatura e tempo de desumidificação, ao pigmento e aditivo incorporado à mistura para obtenção do material extrudado e a temperatura de extrusão.



Figura 38 - Retirada da telha do molde.



Figura 39 - Acabamento da telha.



Figura 40: Produto estocado e empilhado.

- Comentários essenciais

Durante a observação e acompanhamento dos principais processos puderam ser realizadas as seguintes observações dos seguintes pontos quanto à:

### *Pequena empresa*

Em relação aos *fornecedores*, a PE não possui um controle da matéria-prima que recebe, por se tratar de resíduo, todo o material que é oferecido e se mostra similar ao PET é adquirido. Se faz necessário, aos fornecedores de resíduos pós-consumo, uma cartilha que

contenha informações sobre o PET para uma melhor seleção do material coletado, evitando assim a mistura com outros plásticos e reduzindo o nível de contaminações nos mesmos.

Em relação aos *clientes*, a PE tem um relacionamento muito bom e procura atendê-los da melhor forma, quando há uma reclamação, por exemplo, a empresa resolve o mais rápido possível substituindo os produtos que comprometem a segurança do cliente. Mas, não é adotado nenhum procedimento para analisar o grau de insatisfação e definir o que se deve fazer para que o problema não ocorra mais.

Em relação às *estratégias internas*, não há nenhuma voltada a conduzir o alcance de objetivos ou metas. Há uma grande sobrecarga de trabalho aos dirigentes, pois dispendem tempo buscando soluções para casos urgentes. Esse tipo de atitude adotada é correspondente à cultura do “apagar incêndio”, o de lidar com os problemas do dia-a-dia à medida que vão aparecendo. Alguns poderiam ser resolvidos se houvesse um planejamento preventivo.

Não foram constatados mecanismos de auxílio a determinar estratégias para um plano de melhorias dos processos em geral, o que impõe a necessidade de buscar conhecimentos e técnicas de como resolver problemas e enfrentar desafios.

### ***Funcionário/ Clientes internos***

Em relação à *comunicação horizontal e vertical*, é observado um bom relacionamento de amizade, sejam com os colegas, sejam com seus dirigentes, proporcionando um clima familiar entre eles.

Em relação ao *ambiente de trabalho*, entre os funcionários diretamente ligados à produção, há percepção do esforço e comprometimento para alcançar bons resultados e melhoria do produto, mas isso não significa que eles saibam como realizar.

Há maior necessidade de colaboração com idéias e sugestões de todos os envolvidos que possam racionalizar custos e tempo no desenvolvimento das tarefas. Outro ponto

observado é a necessidade de transmitir a importância da Gestão da qualidade, sendo um importante passo para aproveitar o potencial de cada um.

Em relação à *formação dos funcionários*, não há política de treinamento e desenvolvimento dos funcionários em suas atividades. O meio adotado pela empresa é o de adquirir conhecimento no dia-a-dia, ou seja, experiência no próprio trabalho, com a colaboração dos colegas com orientação e ensinamentos já adquiridos.

Em consequência da empresa ser pequena, os funcionários mais antigos são designados para várias tarefas o que é um ponto positivo para a empresa, fazendo com que os mesmos tenham um conhecimento de todo o processo. Mas como ponto negativo é observado que quando esses funcionários precisam se ausentar, há dificuldades de outros operários desenvolverem suas tarefas, pois os mesmos possuem habilidades específicas. Tão logo toda a produção é comprometida.

### ***Processos de produção***

Em relação a *infra-estrutura*, o edifício é bem localizado, o espaço é arejado e bem iluminado, mas há a necessidade de uma melhor divisão de áreas. Quanto a organização do local, há a necessidade de espaço para armazenamento da matéria-prima quando recebida e depois de reciclada em flocos, para evitar que fiquem nos locais de circulação, há necessidade de sinalizações para evitar que todos transitem por áreas específicas que comprometam sua segurança, placas de conscientização para limpeza do local e higiene pessoal, principalmente no local de aquisição dos resíduos, como prevenção à doenças.

Em relação a *máquinas e equipamentos*, os recursos foram adquiridos recentemente, logo podemos dizer que estão em boas condições de uso. De certa forma, a manutenção preventiva em todos os casos é essencial, é observado que o maquinário necessita de limpeza constante, ou seja, semanalmente, pela sujeira deixada pelo resíduo em processamento, assim

com a manutenção por consertos e reparos, que resultam em falhas no processo. O que deveria ser preventivo acaba sendo corretivo, comprometendo o bom funcionamento dos processos.

Pela falta de planejamento é possível observar improvisações, interrupções, trabalhos refeitos, características associadas aos processos de produção. Há também uma rotatividade de operários para cobrir outras máquinas, levando ao desperdício da capacidade dos funcionários, criando um descompasso nas atividades executadas.

É observada a inexistência de manuais de procedimentos operacionais, isto é, as rotinas são baseadas na experiência dos executores das tarefas e nenhum tipo de controle é registrado.

Essas considerações se fizeram importantes para contribuição aos objetivos da pesquisa, apontando que as melhorias estão além do controle dos processos propriamente ditos.

### **(3) Analisar o processo**

Contemplando o item, ANALISAR O PROCESSO, contamos com a participação de todos os envolvidos nos processos diretamente ligados à qualidade na confecção do produto, com exceção ao funcionário responsável pelo acabamento das telhas, pelo fluxo contínuo de sua atividade. As repostas quanto a metodologia usada, *brainstorming*, foram muito boas. Os participantes tinham escolaridade a nível fundamental e médio, mas segundo suas experiências diárias, puderam contribuir consoante às expectativas.

O coordenador e facilitador da análise do processo foi o próprio pesquisador. No decorrer da metodologia, apresentamos resultados da análise do fenômeno, relembramos a política e objetivos da qualidade para entendimento do surgimento das metas de melhoria. A

cada participante foi pedido que refletissem sobre os fatores que influenciam o problema durabilidade da telha e em seguida foi apresentado o Diagrama de Causa e Efeito para apreciação da equipe.

Todos com iguais oportunidades puderam opinar na determinação das causas. No início houve certa dificuldade por parte dos participantes, mas conforme a seqüência de idéias e opiniões foram sendo colhidas, contribuições muito válidas iam sendo acrescentadas, dando origem aos diagramas das figuras 41, 42 e 43, respectivamente. Ao final, foram registradas as causas prioritárias, encaminhadas aos planos de ação.

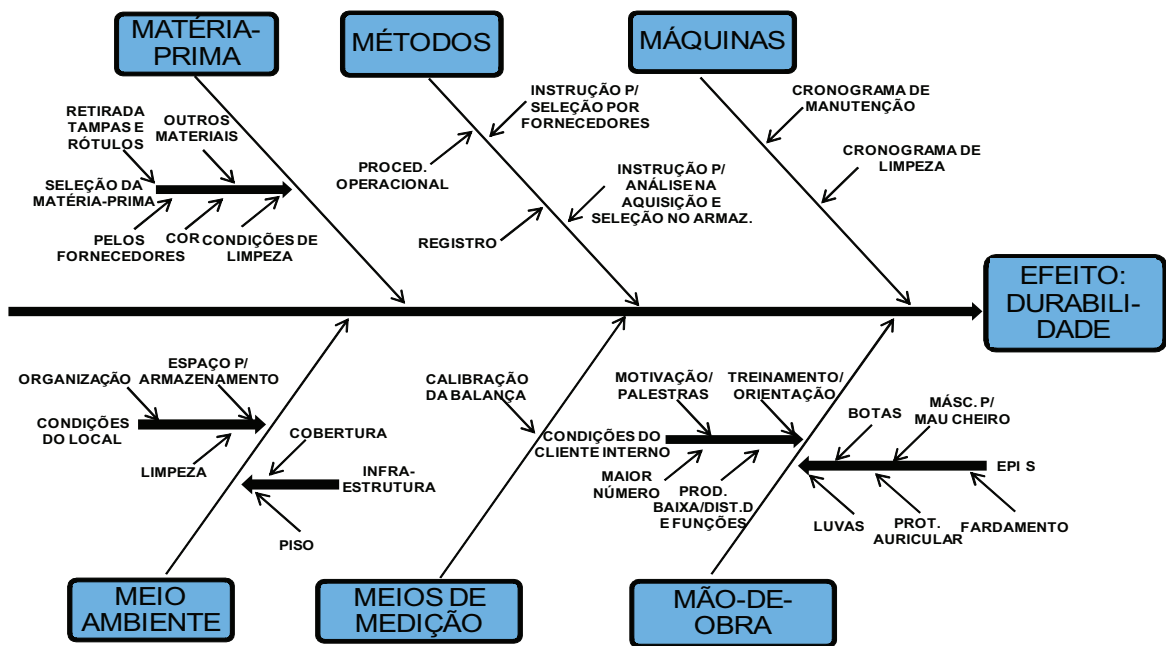


Figura 41 - Diagrama de Causa e Efeito Processo de Aquisição.



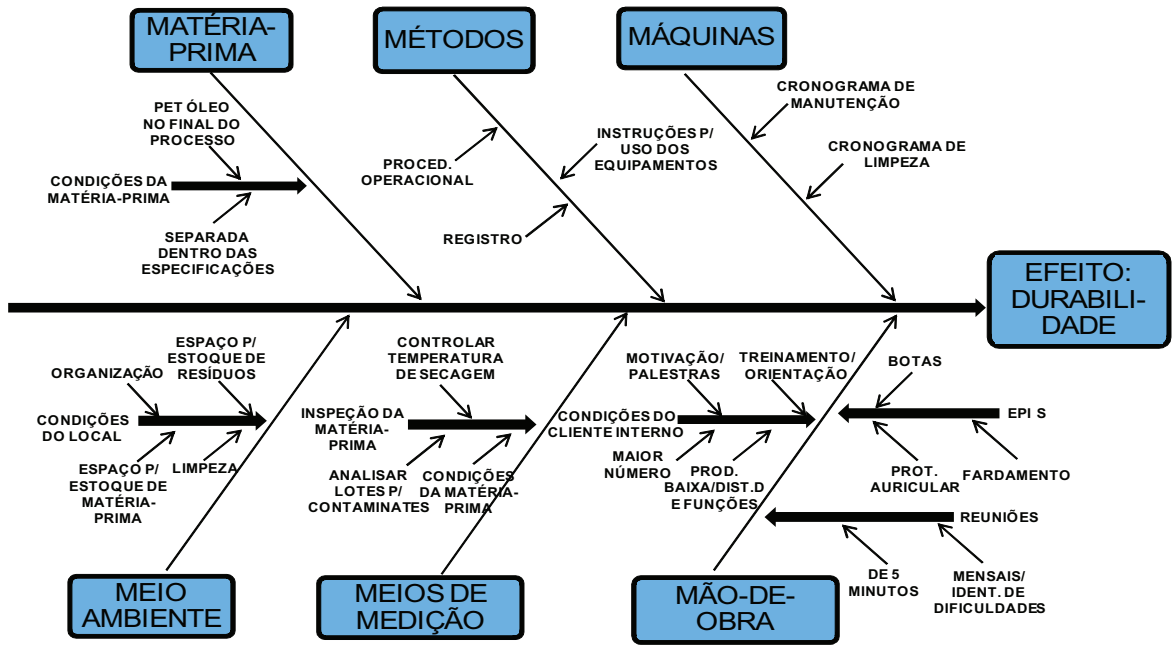


Figura 42 - Diagrama de Causa e Efeito Processo de Reciclagem.

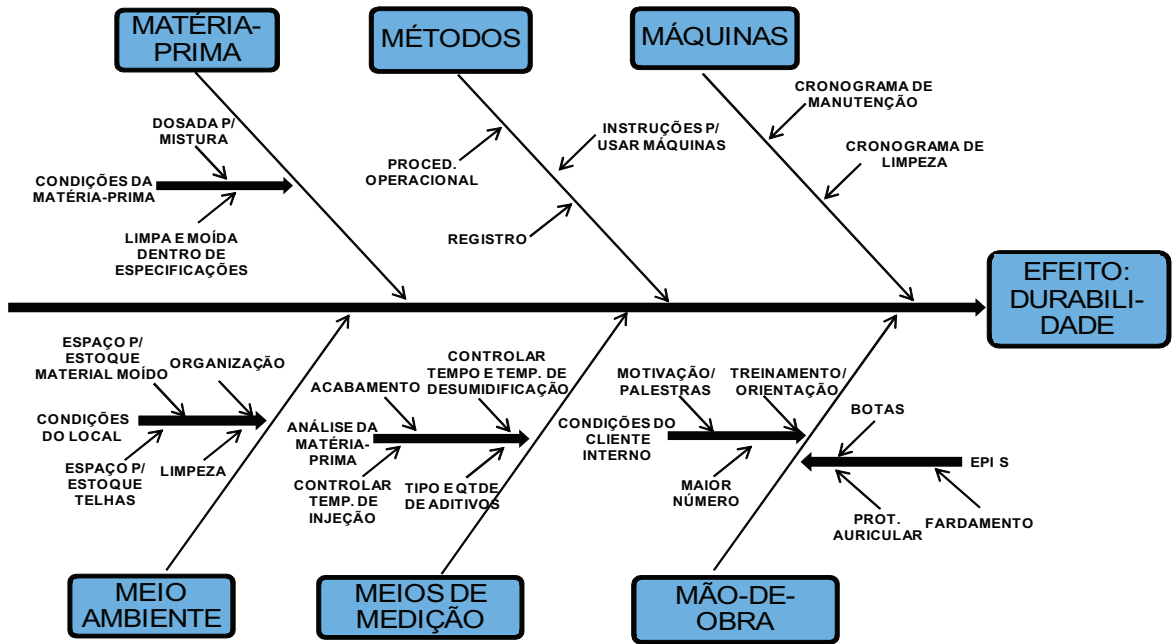


Figura 43 - Diagrama de Causa e Efeito Processo de Transformação.

#### **(4) Planejamento para qualidade**

Neste item, PLANEJAMENTO PARA QUALIDADE, parte final do nosso trabalho de pesquisa, foi elaborado um plano de ação às causas, que, do ponto de vista dos envolvidos foram consideradas prioritárias.

Os resultados demonstrados no planejamento da qualidade (quadro 23) podem ser facilmente entendidos, pois buscamos simplificar a linguagem pela metodologia usada, objetivando o entendimento das ações por todos os envolvidos.

O conhecimento das causas prioritárias, nos permitiu indicar ações de melhoria nos processos de aquisição, reciclagem e transformação do produto, contemplando itens relacionados ao planejamento, controle de atividades dos processos para o alcance da qualidade por meio da melhoria contínua, registros das informações como cumprimento dos procedimentos padronizados, melhoria do ambiente de trabalho e adequação da infraestrutura, treinamentos, uso de EPI, baseada em melhores condições de trabalho para os clientes internos. Instruções para as atividades que exigem um maior controle no manuseio da matéria-prima e uso dos equipamentos do processo.

O planejamento da qualidade, na medida em que for executado, exige a continuação da metodologia proposta para esta pesquisa, como orientação para efetividade das ações. Assim sendo, há a promoção do ciclo PDCA de melhoria contínua em busca de resultados cada vez melhores.

PLANEJAMENTO DA QUALIDADE					
OBJETIVO				METAS	
MELHORAR CONTINUAMENTE OS PROCESSOS				1. REDUZIR EM 50% AS CONTAMINAÇÕES DA MATÉRIA-PRIMA EM 1 ANO. 2. ANALISAR 100% DOS LOTES DE MATERIAL MOÍDO PARA VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM 1 ANO. 3. ADEQUAR EM 50% AS CONDIÇÕES DA MATÉRIA-PRIMA SEGUNDO ESPECIFICAÇÕES DO MATERIAL EM 1 ANO.	
WHAT	WHO	WHEN	WHERE	WHY	HOW
O QUE FAZER	QUEM VAI FAZER	QUANDO FAZER	ONDE FAZER	PORQUE FAZER	COMO FAZER
1.Procedimento operacional	Encarregado de Produção	6 meses	Todos os processos	Os procedimentos para as ações estão na cabeça dos líderes	Demonstrando fluxograma e descrevendo as ações passo-a-passo, com respectivas instruções de trabalho
2.Registro das atividades	Assist. de Produção	6 meses	Todos os processos	Para validar que as ações foram executadas como descrito no procedimento operacional	Criando planilhas para registrar o controle de itens específicos
3.Cronograma de manutenção	Assist. de Produção	6 meses	Todos os processos	Manutenção preventiva	Criando cronograma mensal de manutenção das máquinas e equipamentos
4.Cronograma de limpeza	Assist. de Produção	6 meses	Todos os processos	Manutenção preventiva	Criando cronograma mensal de limpeza das máquinas e equipamentos
5.Melhorar condições do local	Direção da PE	1 ano	Todos os processos	Necessidade de organização do espaço para estoque de matéria-prima, limpeza das instalações	Providenciando e organizando área para esses fins e contratando mais funcionários para limpeza desses locais
6.Melhorar condições do cliente interno	Direção da PE	6 meses	Todos os processos	Motivação, treinamento, contratação de funcionários, respeito e disciplina	Contratando empresa para treinar e motivar através de palestras e prêmios por participações, promovendo ações sociais, contratando mais funcionários para uma melhor distribuição das funções
7.Uso de Equipamentos de Proteção Individual	Direção da PE	3 meses	Todos os processos	Necessidade de uso por se tratar de uma atividade periculosa	Adquirindo fardamentos, luvas, botas, protetores auriculares, máscara para mau cheiro, usada na atividade de seleção do material
8.Realizar reuniões	Direção da PE	1 semana/1 mês	Todos os processos	Identificação de dificuldades, resolução de problemas de ordem funcional e pessoal, dúvidas e sugestões	Realizando reuniões de semanais e mensais
9.Seleção e inspeção da matéria-prima	Encarregado de Produção	6 meses	Processo de Aquisição	Melhorar a seleção, a inspeção no recebimento e o armazenamento segundo tipo de matéria-prima recebida, especificar qualidade da matéria-prima recebida	Criando instrução de seleção da matéria-prima para fornecedores, criando instrução para analisar a matéria-prima no recebimento e seleção no armazenamento
10.Melhorar condições da infraestrutura	Direção da PE	1 ano		Melhorar as instalações, não existe cobertura e pavimentação apropriada, nem espaço para armazenagem de matéria-prima	Disponibilizando recursos para contratação de empresa, afim de executar os serviços de engenharia
11.Inspeção da matéria-prima	Encarregado de Produção	6 meses	Processo de Reciclagem	Controlar as condições da matéria-prima durante todo o processo	Criando instruções para inspeção antes do processo, durante o processo com verificação da temperatura de secagem e no final do processo, analisando a matéria-prima focos nos big bags para verificação de contaminantes
	Encarregado de Produção	6 meses	Processo de Transformação	Controlar as condições da matéria-prima durante todo o processo	Criando instrução para inspeção da matéria-prima antes do processo com verificação de dosagem para mistura, durante o processo com verificação de tempo e temperatura de desumidificação, tipo e quantidade de aditivos e temperatura de extrusão e no final do processo, condições de acabamento
12.Instruções para uso equipamentos	Encarregado de Produção	3 meses	Processo de Reciclagem e Transformação	Necessidade de instrução para uso dos equipamentos	Criando instrução para condições de funcionamento de cada equipamento

Quadro 23 - Planejamento da qualidade.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A reciclagem por si mesma, como se expôs à exaustão, apresenta inúmeros benefícios à qualidade de vida da sociedade, por meio da preservação dos recursos naturais não-renováveis. Quando tratamos de estudos que visam auxiliar ou tornar melhor um setor crescente na atualidade, estamos desenvolvendo parcerias de sucesso para maximização de tais benefícios.

É certo que os sistemas de gestão da qualidade estão promovendo melhorias nas empresas de pequeno, médio e grande porte a partir do cumprimento de seus requisitos, logo ao associarmos a reciclagem à qualidade a partir desses sistemas, estamos buscando alternativas às empresas de reciclagem, como por exemplo, a Pequena Empresa que esteve em estudo, para melhoramentos nos processos e serviços, a fim de que estes sejam aperfeiçoados e concorram em qualidade com outros similares.

Durante o desenvolvimento do trabalho, inúmeras ações puderam ser evidenciadas segundo os resultados demonstrados. Desta forma, como principal conclusão, verificamos que a metodologia proposta foi aplicada de forma efetiva, pelo conhecimento da realidade da empresa ter sido muito bem explanado.

A telha leve, produzida a partir dos resíduos do polímero PET para sua utilização na construção civil, sendo material cuja aplicação afeta a segurança e preservação da edificação, necessita que suas propriedades atendam as especificações de uso da melhor forma possível. Deste modo, a reciclagem do PET necessita alcançar condições de reprocessamento tais, objetivando a permanência do produto no mercado, uma vez que a retirada de sua matéria-prima do meio ambiente é em todo favorável. Como nova realidade do mercado, o planejamento da qualidade se faz importante com primeira iniciativa de inclusão dos

conceitos da qualidade na Pequena Empresa para tornar real esta necessidade do setor, agora que todos os agentes da cadeia da construção civil necessitam se adequar aos sistemas de gestão da qualidade.

O conhecimento da necessidade e a expectativa dos clientes era uma realidade distante e esquecida pela PE. A pesquisa demonstrou a importância do conhecimento dessa necessidade para sua permanência e competitividade no mercado atual.

A aplicação da metodologia gerou aos colaboradores um incentivo motivacional à atividade exercida pela Pequena Empresa, já que os mesmos apenas exerciam suas funções pelo que lhes era transmitido verbalmente, sem o conhecimento da importância gerada em torno dela, o que os levou a participar de forma efetiva da elaboração dos planos de ação. Através do conhecimento das condições de reprocessamento do PET, puderam compreender o diferencial que sua função exerce sob os resultados finais do produto, por vivenciarem a realidade da empresa, de forma que suas contribuições foram importantes e fundamentais.

Os requisitos tratados nos planos de ação são de grande utilidade para a melhoria da empresa, de modo que instituem um caminho a ser seguido para o atingimento das metas de melhoria, assegurando à PE a transição para um processo de desenvolvimento organizacional planejado, além do fato de que seus resultados podem ser refletidos na melhoria da qualidade de vida dos moradores da cidade de Manaus pela diminuição dos impactos causados por este resíduo no meio ambiente. Em uma região rica em recursos naturais, a preservação ambiental depende também de trabalhos como os desenvolvidos pela empresa recicladora estudada.

Como importante sugestão à pesquisa, está a continuação, a partir do planejamento, das outras fases do ciclo PDCA com o objetivo de padronizar as ações efetivas e melhorar continuamente os processos.

Durante a busca das ações de melhoria na PE, identificamos que, não somente a indústria da reciclagem, mas as empresas de bebidas carbonatadas, principais fornecedoras

das garrafas de PET, necessitam investir em melhorias e tecnologias, com objetivo de facilitar a reciclagem de seus produtos. Afinal, a responsabilidade ambiental pós-consumo destes produtos estão ligadas de certa forma a estas empresas, por atividade causadora de degradação ambiental. Há a necessidade de preocupação com o destino dos resíduos gerados, com a escassez da matéria-prima e com os diferentes ciclos de vida dos produtos.

O incentivo à busca de soluções para as entraves no processo de reciclagem de PET, deve partir de todos os envolvidos na cadeia produtiva das embalagens para que haja o efetivo controle da disposição, por meio da destinação correta dos resíduos e contínuo fornecimento de matéria-prima de qualidade à indústria recicladora.

Outro incentivo que se faz necessário comentar, é a criação de uma legislação ambiental de responsabilidade pós-consumo do PET, que ainda é inexistente apesar do dano que o mesmo provoca ao meio ambiente, como caso das embalagens de agrotóxicos, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e pneus, pela importante contribuição pretendida à cadeia de PET, bem como a atribuição de ganhos ambientais, sociais, econômicos e culturais à população de uma forma geral.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Renato. Preparando sua Organização para a ISO 9000. Disponível em:<[http://www.estacio.br/graduacao/administracao/artigos/preparar\\_organizacao.pdf](http://www.estacio.br/graduacao/administracao/artigos/preparar_organizacao.pdf)>. Acesso em: 26 julho 2007.
- AGENDA 21. Disponível em:<<http://www.ecolnews.com.br/agenda21/index.htm>>. Acesso em: 23 dezembro 2008.
- AGOPYAN, Vahan; FIGUEIREDO, Antônio. Durabilidade dos polímeros. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. 71 p. Trabalho não publicado.
- AGUIAR, Silvio. Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2006. 234 p.
- ANDRADE, André Wagner Oliani. Arqueologia do Lixo: Um estudo de caso nos depósitos de resíduos sólidos da cidade de Mogi das Cruzes em São Paulo. 2006. 218f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANDRADE, André Wagner; MORAIS, José Luiz de. Projeto Arqueologia do Lixo. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia, 2004. 55 slides, color. Acompanha texto.
- ANDRADE, Fábio Filippe. O método de melhorias PDCA. 2003. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ANHOLON, Rosley. Proposta para Implantação de Sistema de Gestão da Qualidade em Micro e Pequenas Empresas. 2003. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos sólidos: classificação, ABNT NBR 10004:2000. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 5: Coberturas, ABNT PNBR 02:136.01. Rio de Janeiro, 2004. 54 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. Quarto censo da reciclagem de PET no Brasil 2007/2008. Disponível em:<<http://www.abipet.org.br/noticias/Quarto%20Censo%20ABIPET.pdf>>. Acesso em: 19 dezembro 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. Resinas termoplásticas. Disponível em:<<http://www.abiquim.org.br/resinastermoplasticas/fabricantes.asp>>. Acesso em: 20 junho 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA, PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. Metodologia e Técnicas de Minimização, Reciclagem, e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos. 1 ed. Rio de Janeiro, 1999. 65 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA, PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final. 1 ed. Rio de Janeiro, 2001. 240 p.

AWAJA, Firas; PAVEL, Dumitru. *Recycling of PET*. European Polymer Journal, Europa, 16 março 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 20 junho 2008.

BIDO, Diógenes de Souza. Implementação de sistemas da qualidade para a busca de certificação em pequenas e médias empresas do ramo automotivo. 1999. 220f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRANDÃO, Carlos Eduardo Lessa. Energia e reciclagem do lixo urbano em perspectiva. 1989. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear e Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE, Rio de Janeiro.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Rio de Janeiro, 2000. 397 p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: Texto consolidado até a Emenda Constitucional nº 56 de 20 de dezembro de 2007.

CADORIN, Marcos Lindomar. Avaliação do processo de implantação e validação de um Sistema de Gestão da Qualidade conforme a norma NBR ISO 9001:2000. 2003. 180f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CALARGE, Felipe Araújo. Visão Sistêmica da Qualidade. 1. ed. São Paulo: Art Liber Editora, 2001. 253 p.

CALLISTER JR, William D. Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2002. 613 p.

CANDIAN, Livia Matheus. Estudo do polietileno de alta densidade reciclado para uso em elementos estruturais. 2007. 167f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CARNEIRO, Alex Pires; BRUM, Irineu Antônio Schadach de; CASSA, José Clodoaldo da Silva. Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. 312 p.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. O município no século XXI: cenários e perspectivas. ed. especial. São Paulo, 1999. 400 p.



CERQUEIRA, Mário H. de. Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens Tetra Pak. Disponível em:<<http://www.setorre-ciclagem.com.br/manuais/telhas.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2007.

COELHO, Rivaldo Teodoro. Contribuição ao estudo da aplicação de materiais alternativos nos compósitos à base de cimento Portland: uso de grãos de polipropileno reciclado em substituição aos agregados do concreto. 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

COLOMBO, Ciliana Regina; BAZZO, Walter Antonio. Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS. Disponível em:<<http://www.oei.es/salactsi/colombobazzo.htm>>. Acesso em: 25 maio 2007.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, PROGRAMA BIO CONSCIÊNCIA. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2 ed. cor. Brasília, 2002. 392 p.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. A rotulagem ambiental e o consumidor no mercado brasileiro de embalagens. Disponível em:<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd52/rotulagem.pdf>>. Acesso em: 22 dezembro 2008.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Pesquisa Ciclossoft 2008. Disponível em:<[http://www.cempre.org.br/ciclossoft\\_2008.php](http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2008.php)>. Acesso em: 22 dezembro 2008.

COMISSÃO SETORIAL DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS DA ABIQUIM. Relatório Anual 2007. Disponível em:<<http://www.abiquim.org.br/rela7/Coplast.pdf>>. Acesso em: 20 dezembro 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Resíduos sólidos industriais. 2 ed. rev. amp. São Paulo, 1993. 233 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA: Dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos, n° 5, de 5 de agosto de 1993, Brasília, p. 12996-12998.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA: Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva, n° 275, de 25 de abril de 2001, Brasília, p. 80.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA : Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, n° 307, de 5 de julho de 2002, Brasília, p. 95-96.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Departamento de Assistência à média e pequena indústria. Manual de controle de qualidade na indústria plástica. 1982.

CONGRESSO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE. 2°, 1991, São Paulo. Anais. São Paulo: ABNT, 1991. 523 p.

CRÓSTA, Vera Maria Duche. Gerenciamento e qualidade em empresas de pequeno porte: um estudo de caso no segmento de farmácia de manipulação. 2000. 111f. Dissertação (Mestrado em Qualidade) – Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DIAS, Cláudia. Pesquisa qualitativa: características gerais e referências. Disponível em:<<http://www.reocities.com/claudiaad/qualitativa.pdf>>. Acesso: 16 maio 2008.

DIAS, Jefferson A.; MORAES FILHO, Ataliba M. de. Os resíduos sólidos e a responsabilidade ambiental pós-consumo. Disponível em:<<http://www.prsp.mpf.gov.br/marilia>>. Acesso: 20 maio 2007.

DIAS, Sylmara L. F. Gonçalves; TEODÓSIO, Armindo dos S. de Souza. Reciclagem de PET: desafios e possibilidades. In: Encontro Nacional da Engenharia de Produção, 26, Ceará, 2006. Anais... Ceará: ENEGEP, 2006.

FERREIRA, Clarice Sfair da C. Contribuição aos estudos para a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em escritórios de arquitetura. 2006. 121f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FORLIN, Flávio J. ; FARIA, José de Assis F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. Polímeros: Ciência e Tecnologia, Campinas, v. 12, n. 1, 2002. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/po/v12n1/9876.pdf>>. Acesso em: 13 outubro 2008.

FOSSATI, Michele. Apresentação e avaliação de uma metodologia para implantação de sistemas de gestão da qualidade em pequenas empresas de projetos para a construção civil. 2004. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GORNI, Antônio Augusto. Introdução aos plásticos. Disponível em:<<http://www.gorni.eng.br/intropol.html>>. Acesso: 23 maio 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2001. 200 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *NBR ISO 9001*: sistemas de gestão da qualidade – requisitos. ABNT, 2000. 26 p.

JOHN, Vanderley M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo.

LOPES, Luciana. Gestão e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos: Alternativas para pequenos municípios. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LUCKE, Sérgio Augusto. Recomendações para um sistema de qualidade para um empresa ambiental. 2003. 290f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

LUZ, Carolina da. Implantação de programas da qualidade pela certificação iso 9001 como diferencial competitivo para as organizações. 2002. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAFRA, Rosana Zau. O mapa da reciclagem de Manaus. Disponível em: <[http://www.amazonia.desenvolvimento.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=17](http://www.amazonia.desenvolvimento.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=17)>. Acesso em: 15 novembro 2008.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. Introdução a polímeros. 2 ed. rev. amp. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1999. 207 p.

MARANGON, Ederli. Aspectos do comportamento e da degradação de matrizes de concreto de cimento Portland reforçados com fibras provenientes da reciclagem de garrafa PET. 2004. 74f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

MARCZAK, Rogério José. Polímeros como materiais de engenharia. Porto Alegre. 48 p. Trabalho não publicado.

MATOS, Tássio Francisco Lofti. Diagnóstico dos resíduos poliméricos presentes nos resíduos sólidos domiciliares gerados em São Carlos, SP. 2006. 163f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MEDINA, Heloísa V. de. Reciclagem de materiais: tendências tecnológicas de um novo setor. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/tendencias/livro/PARTE%203%20QUEST%20D5ES%20SIST%20CAMICAS/CAP%203%20RECICLAGEM%20DE%20MATERIAIS%20FINALIZADO.pdf>>. Acesso: 20 novembro 2008.

MELLO, Carlos Henrique P., et al. ISO 9001:2000: Sistema de Gestão da Qualidade para Operações de Produção e Serviços. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002. 224 p.

MONTENEGRO, Ricardo Sá Peixoto, et al. Resina PET para recipientes. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/rep8.pdf>>. Acesso em: 15 junho 2007.

MORINI, Antonio Augusto. Manual de implantação da norma NBR iso 9001:2000 – Um estudo de caso. 2002. 338f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, Paulo Tarso S. de; FILHO, Getúlio Ezequiel C. P. Levantamento da situação atual da reciclagem de materiais plásticos no município de Campo Grande – MS. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 4, ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2, 2007, Mato Grosso do Sul. Anais... Mato Grosso do Sul: ELECS, 2007. p. 62-71.

PALADINI, Edson Pacheco. *Gestão da Qualidade: Teoria e Prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 339 p.

PARENTE JR, Nelson. *Fôrmas Plásticas Recicláveis*. Disponível em: <<http://www.ahkbrasil.com/premio/vencedorest.asp>>. Acesso em: 13 outubro 2007.

PARENTE, Ricardo Alves. *Elementos estruturais de plástico reciclado*. 2006. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PEQUENO, Pedro Alexandre Moitrel. *Coleta Seletiva de Lixo: Uma alternativa para minimização de resíduos com geração de renda*. 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Osvaldo Cruz, Rio de Janeiro.

PERALTA, Gizela. *Desempenho térmico de telhas: análise de monitoramento e normalização específica*. 2006. 130f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PESSOA, Gerisval A, et al. *Análise dos resultados da certificação de um sistema de gestão da qualidade na ISO 9001:2000:Um estudo de caso no Engarrafamento São Braz*. Disponível em:<<http://artigocientifico.uol.com.br>>. Acesso: 20 maio 2007.

PIVA, Ana Magda; WIEBECK, Hélio. *Reciclagem do Plástico: como fazer da reciclagem um negócio lucrativo*. São Paulo: Artliber Editora, 2004. 112 p.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. *Polímeros: introdução e conceitos fundamentais*. Disponível em: <[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0312428\\_05\\_cap\\_02.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0312428_05_cap_02.pdf)>. Acesso em: 15 de junho 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. *Código Ambiental do Município de Manaus*. Disponível em: <<http://www2.manaus.am.gov.br/portal/secretarias/semma/formularios/codambmanaus.pdf>>. Acesso em: 15 novembro de 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS, SECRETARIA MUNICIPAL DE LIMPEZA E SERVIÇOS PÚBLICOS. *Geo Manaus/Limpeza pública*. Disponível em: <<http://www.manaus.am.gov.br/secretarias/semulsp/geo-manau>>. Acesso em: 15 novembro 2008.

PRESTES, Maria Luci de M. *A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia*. 3 ed. São Paulo: Rêspel, 2007.

RAMPASSO, Celina Aparecida. *Diagnóstico e Proposição da Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em uma Pequena Empresa*. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Mecânica/Gestão da Qualidade Total) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

REVISTA PLÁSTICO MODERNO. *Edições Anteriores*. Disponível em:<[www.plasticomoderno.com.br](http://www.plasticomoderno.com.br)>. Acesso em: 20 novembro 2008.

ROLIM, Aline Marques; NASCIMENTO, Luís Felipe. Oportunidades na reciclagem de PET e inovação: estudos de dois casos. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21, 2000, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2000.

SANTOS, Maria C. dos, et al. Lixo: curiosidades e conceitos. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2002. 169 p.

SETOR RECICLAGEM. Plástico vira lixo. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.phpname=News&file=article&sid=176>>. Acesso em: 13 outubro 2007.

SICHERI, Eduvaldo Paulo, et al. Materiais de construção III: polímeros na arquitetura e na construção civil. São Carlos: USP, 2005. 248 p.

SISINNO, Cristina Lúcia Silveira. Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no Estado do Rio de Janeiro: Avaliação da toxicidade dos resíduos e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana. 2002. 102f. Tese (Doutor em Ciências) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

SOUZA, Roberto; TAMAKI, Marcos Roberto. Gestão de Materiais de Construção. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 135 p.

SPINACÉ, Márcia Aparecida da Silva. Poli (tereftalato de etileno): reprocessamento por extrusão e metodologias de caracterização. 2000. 126f. Tese (Doutor em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

SPINACÉ, Márcia Aparecida da Silva; DE PAOLI, Marco Aurélio. A tecnologia da reciclagem de polímeros. Química Nova, Campinas, v. 28, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23041.pdf>>. Acesso em: 13 outubro 2008.

TELHAS LEVE. Informações Adicionais. Disponível em: <[www.telhasleve.com.br](http://www.telhasleve.com.br)>. Acesso em: 20 novembro 2008.

VALDIR LIMA. Mudanças climáticas globais. Amazonas faz Ciência FAPEAM, Manaus, v. 7, p. 25-34, dez. 2007.

VORIDIAN. Química do PET, Propriedades e Características. Amazonas: Simpósio do PET, 2002. 50 slides, color.

WERKEMA, Maria Cristina C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 3. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 128 p.

YAZIGI, Walid. A técnica de edificar. 3. ed. São Paulo: Pini: Sinduscon-SP, 2000. 648 p.

ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro Donnini. Resíduos Plásticos e Reciclagem: Aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: EdUSFCar, 2004. 143 p.

## APÊNDICE 1 - Entrevista estruturada aplicada à clientes da PE

1. Qual a importância dada pela sua empresa à preservação do meio ambiente?
2. Qual a opinião da sua empresa sobre a iniciativa da LM da Amazônia em investir recursos para transformação de um resíduo sólido em material de construção?
3. Além da preocupação ambiental, uma empresa deve preocupar-se em vender produtos de qualidade. Qual a importância da qualidade nos materiais a serem aplicados na construção civil?
4. Para sua empresa, quais requisitos, especificações, propriedades um produto necessita ter para ser considerado um material de qualidade?
5. Quais requisitos, especificações, propriedades a empresa considera importante na aquisição de um material de construção?
6. Quais requisitos, especificações, propriedades a empresa considera importante na aquisição de telhas?
7. Qual destes requisitos, especificações, propriedades a telha leve possui como vantagem sobre as outras telhas comercializadas?
8. Qual destes requisitos, especificações, propriedades a telha leve possui como desvantagem sobre as outras telhas comercializadas?
9. Se você pudesse melhorar a telha leve, qual requisito, especificação ou propriedade você melhoraria?
10. Dentre as propriedades citadas abaixo quais a telha leve deixa a desejar? E quais ela atende perfeitamente?
  - Durabilidade (envelhecimento, tempo de garantia do produto )
  - Resistência ao impacto
  - Resistência a deformações
  - Resistência ao calor/intempéries
  - Envelhecimento
  - Conforto Térmico
  - Conforto Acústico
  - Estanqueidade
  - Custo
  - Estética/características arquitetônicas

## **APÊNDICE 2 - Questionário de múltipla escolha à nível gerencial para verificação dos conhecimentos de conceitos da qualidade**

1. Uma empresa que trabalha com qualidade, estabelece critérios que correspondem ao compromisso de realizar suas atividades visando a qualidade de seus produtos e serviços. Do ponto de vista da empresa, qualidade:

- (a) Se refere às características específicas dos produtos (bens ou serviços) finais ou intermediários da empresa, as quais definem a capacidade destes bens ou serviços de promoverem a satisfação do cliente.
- (b) É tudo o que alguém faz ao longo de um processo para garantir que um cliente, fora ou dentro da organização, obtenha exatamente aquilo que deseja.
- (c) Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos.
- (d) Todas as alternativas estão corretas.

2. Hoje em dia, as empresas buscam trabalhar da melhor maneira possível para se manter no mercado. Para isso, trabalhar com qualidade é fundamental. Uma empresa que trabalha com qualidade é aquela que:

- (a) Determina critérios e métodos para assegurar que a operação e o controle de seus processos sejam eficazes.
- (b) Sua capacidade para fornecer produtos que atendam aos requisitos dos clientes não é priorizada.
- (c) Monitora informações relativas à percepção dos clientes sobre se a organização atendeu aos requisitos do cliente.
- (d) As alternativas a e c estão corretas.

3. No momento que a empresa decide ofertar produtos e serviços de qualidade para satisfazer as necessidades de seus clientes, ela precisa conhecer o que seus clientes desejam. A partir deste ponto de vista, para a empresa o conhecimento das necessidades dos clientes:

- (a) Está baseada nas experiências diárias de contato com os clientes.
- (b) Está baseada em pesquisas de mercado que são mensuradas para aquisição das principais necessidades.
- (c) Não há na empresa recursos ou ferramentas para aquisição dessas informações.
- (d) Está baseada tanto em experiências diárias quanto em pesquisas de mercado para um conhecimento maior a cerca destas necessidades.

4. Os Sistemas de gestão da qualidade têm se tornado ferramentas importantes na busca pela competitividade entre as empresas. Um Sistema de gestão é aquele que:

- (a) Refere-se a tudo o que a organização faz para gerenciar seus processos ou atividades.
- (b) Contribui para assegurar que qualquer pessoa dentro da organização não esteja apenas fazendo seu trabalho do seu jeito.
- (c) Garante que nada importante seja esquecido e que todos estejam conscientes sobre quem é o responsável para fazer o que, quando, como, por que e onde.
- (d) Todas as alternativas estão corretas.

5. Um dos principais Sistemas de gestão da qualidade têm sido a norma ISO 9001:2000, desta forma ela foi elaborada para:

- (a) Incentivar as organizações a adotar uma abordagem de processo e para apoiá-las na implementação e operação de sistemas de gestão da qualidade eficazes de modo a aumentar a confiança e a satisfação das partes interessadas nos produtos e serviços oferecidos pelas organizações que atendem aos requisitos da Norma.
- (b) Complementar o mapeamento dos processos críticos, fornecendo detalhes a respeito da operacionalização de cada atividade, definindo quem, onde, quanto, por que e como.
- (c) Que todas as pessoas engajadas em executar seu trabalho em uma unidade de negócio atuem como se fossem os donos desse negócio, em termos de missão, fornecedores, insumos, macroprocesso, produtos e clientes.
- (d) Nenhuma das alternativas.

6. Um Sistema de gestão da qualidade é baseado em princípios. Um princípio é uma regra para conduzir e operar uma organização visando melhorar, continuamente, seu desempenho a longo prazo pela focalização nos clientes e, ao mesmo tempo, encaminhando as necessidades de todas as partes interessadas. Segundo o conhecimento da empresa um princípio de gestão voltada para a qualidade apresenta os pontos:

- (a) Unidade de negócio, gerenciamento e mapeamento de processos, padronização dos processos, etc.
- (b) Foco no cliente, envolvimento das pessoas, liderança, melhoria contínua, abordagem de processo, gerenciamento sistêmico, decisão baseada em fatos, relacionamento mútuo entre cliente e fornecedor, etc.
- (c) Delineamento do sistema de gestão da qualidade, processos, economia, etc.
- (d) Nenhuma das alternativas.

7. A implantação de um Sistema da qualidade com base na NBR ISO 9001:2000 traz vários benefícios para a empresa. Contudo, o cliente e a sociedade também se beneficiam, dentre os benefícios relacionados ao cliente e a sociedade estão:

- (a) Aumento da segurança, da confiabilidade e da disponibilidade dos bens ou serviços adquiridos.
- (b) Mais proteção para o consumidor.
- (c) Promoção do incremento no desenvolvimento tecnológico da empresa.
- (d) Todas as alternativas estão corretas.



### **APÊNDICE 3 - Questionário de múltipla escolha à nível operacional para verificação dos conhecimentos de conceitos da qualidade**

Nome:.....  
Função:.....

Marque a alternativa que mais identifica a sua opinião:

1. Quando você compra um produto observa algumas características que satisfazem a sua necessidade. Pra você um produto de qualidade é:

- (a)Aquele que você compra porque não tem o que você gosta e usa.
- (b)Aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma segura e no tempo certo às suas necessidades.
- (c)Aquele mais barato e pouco durável.
- (d)As respostas b e c estão corretas.

2. Hoje em dia, as empresas buscam trabalhar da melhor maneira possível para se manter no mercado. Para isso, trabalhar com qualidade é fundamental. Uma empresa que trabalha com qualidade é aquela que:

- (a)Não atende as necessidades e expectativas de seus clientes.
- (b)As características dos seus produtos e serviços promovem a satisfação dos clientes.
- (c)Fabrica seus produtos de forma controlada usando ferramentas que melhorem continuamente seu desenvolvimento.
- (d)As alternativas b e c estão corretas.

3. As empresas buscam melhorar seus produtos e serviços para atender a seus clientes. Os clientes da empresa que você trabalha são:

- (a) Lojas de materiais de construção e construtoras.
- (b)Engenheiros e arquitetos, clientes em geral.
- (c)Sua equipe de trabalho na empresa.
- (d)Todas as alternativas estão corretas.

4. Os clientes da LM esperam que o produto fabricado por ela atenda as suas necessidades. Dentre as necessidades dos clientes de sua empresa estão:

- (a)Um produto uniforme sem manchas, rachaduras, durável.
- (b)Um produto facilmente aplicável, leve, resistente, mas com tempo de garantia pequeno.
- (c)Um produto com tempo de garantia longo, sem manchas, rachaduras, prático, leve, resistente, que proporciona conforto.
- (d)Somente a alternativa b está correta.

5. Toda a empresa apresenta uma forma de realizar suas atividades, quer dizer, de realizar seus processos. Para a fabricação do produto na sua empresa, os elementos necessários são:

- (a)Equipamentos, insumos (matéria-prima), métodos e procedimentos.

- (b) Condições do ambiente de trabalho, pessoas, informações do processo.
- (c) Desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto.
- (d) Somente as alternativas a e b estão corretas.

6. A empresa que você trabalha desenvolve alguns processos. Dentre os processos desenvolvidos pela sua empresa para fabricação do produto estão:

- (a) Reciclagem, transformação/injeção, comercialização etc.
- (b) Somente reciclagem.
- (c) Somente reciclagem e comercialização.
- (d) Todas as alternativas estão corretas.

7. Segundo a forma como a empresa realiza suas atividades, na sua opinião, ela pode:

- (a) Melhorar suas atividades.
- (b) Manter o que já existe.
- (c) Melhorar somente alguns pontos que considero importante.
- (d) Investir em treinamentos para melhoria das habilidades dos funcionários visando a melhoria das atividades.

8. Cada funcionário tem sua importância no desenvolvimento da empresa por que participa da realização dos processos com sua mão-de-obra. Durante a realização da sua atividade de trabalho, você:

- (a) Realiza seu trabalho, mas às vezes tem dúvida se está fazendo a coisa certa.
- (b) Precisa da instrução de outras pessoas para realizar seu trabalho.
- (c) Trabalha em uma atividade, mas se sairia melhor trabalhando em outra.
- (d) Sabe como realizar seu trabalho e porque está realizando.

9. Uma empresa comprometida com a melhoria contínua de seus processos, trabalha em equipe para obter melhores resultados, na busca de alcançar objetivos e metas comuns. Nas atividades que você realiza:

- (a) Há o apoio de outras pessoas que me auxiliam a realizar suas atividades, demonstrando trabalho em equipe.
- (b) Não há equipes para realizar atividades específicas, faço tudo sozinho.
- (c) Há equipes de trabalho, mas cada um trabalha individualmente sem opinar no trabalho do outro.
- (d) Tem-se tentado trabalhar em equipe, mas isso ainda não aconteceu.

10. A empresa que você trabalha e o tipo de atividade que você faz apresenta pontos positivos de contribuição à preservação do meio ambiente. Neste caso, você:

- (a) Contribui com idéias e sugestões para melhorar ainda mais o trabalho que a empresa vem realizando.
- (b) Se sente motivado e comprometido a ajudar, mas não sabe como.
- (c) Orgulha-se de trabalhar em uma empresa que preserva a natureza e o bem estar da população em geral.
- (d) É um trabalho como qualquer outro, já contribuo participando como funcionário.

## **APÊNDICE 4 - Questionário para diagnóstico da situação atual x requisitos da norma ISO 9001:2000 aplicados ao representante da PE**

Responda segundo às opções abaixo:

(S) Sim

(EP) Em parte

(N) Não

### **Seção 4 – Sistema de Gestão da Qualidade**

- A pequena empresa possui estrutura organizacional documentada?(4.1)
- Estão determinadas a seqüência e a interação dos processos existentes?(4.1)
- Estão sendo determinados critérios e métodos para assegurar que a operação e o controle desses processos sejam eficazes?(4.1)
- Há disponibilidade de recursos e informações necessárias para apoiar a operação e o monitoramento desses processos?(4.1)
- Estão sendo implementadas ações necessárias para atingir os resultados planejados e melhoria contínua?(4.1)
- A PE possui documentos descrevendo um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)? (4.2.1)
- A PE controla seus documentos e registros?(4.2.3/4.2.4)

### **Seção 5 – Responsabilidade da direção**

- Há evidências do comprometimento da PE com o desenvolvimento, com a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade e com a melhoria contínua de sua eficácia?(5.1)
- A PE pré-determina e atende aos requisitos dos clientes com o propósito de aumentar sua satisfação?(5.2)
- A PE possui política da qualidade estabelecida e documentada?(5.3)
- A PE estabelece objetivos para o alcance da qualidade?(5.4.1)
- Existe um planejamento de um SGQ identificando requisitos?(5.4.2)
- As funções, responsabilidades e autoridades estão definidas e documentadas dentro da organização?(5.5.1)

- Existem evidências de comunicação interna com o objetivo de promover o envolvimento e motivação de todos os colaboradores da PE na implantação e manutenção de um SGQ?(5.5.3)
- A PE avalia pela análise crítica as oportunidades de melhorias e necessidades de modificações em intervalos pré-determinados?(5.6)

### **Seção 6 – Gestão de Recursos**

- A PE prover recursos necessários para implementar e manter um SGQ e melhorar sua eficácia com o objetivo de aumentar a satisfação dos clientes mediante o atendimento a seus requisitos?(6.1)
- O pessoal que executa atividades as quais afetam a qualidade do produto tem sua competência definida com base em educação, treinamento, habilidade e experiências apropriadas?(6.2)
- Há infra-estrutura necessária para o atendimento dos objetivos de um sistema de gestão?(6.3)
- Quanto ao ambiente de trabalho, este é adequado, oferecendo condições necessárias para alcançar conformidade com os requisitos do produto?(6.4)

### **Seção 7 – Realização do produto**

- A PE planeja a realização do produto contemplando objetivos, requisitos, processos, critérios de aceitação e monitoramento?(7.1)
- Os requisitos do cliente relacionados ao produto são determinados, identificados e documentados?(7.2.1)
- Em relação a comunicação com o cliente, esta é eficaz, contendo informações e reclamações, e outras consultas?(7.2.3)
- A PE mantém procedimentos implementados para assegurar que os produtos adquiridos estão conforme os requisitos especificados de aquisição?(7.4)
- A PE mantém as atividades de operação dos processos de realização de seus produtos sob condições controladas? (7.5.1)
- As atividades de verificação e validação são consideradas nos processos de realização do produto?(7.5.2)
- A PE mantém procedimentos para preservação do produto inclusive durante o processamento interno, até sua entrega no destino pretendido, para garantir sua conformidade?(7.5.5)

## **Seção 8 – Medição, Análise e Melhoria**

- Existe um planejamento para a implementação dos processos necessários de monitoramento, medição, análise e melhoria para demonstrar conformidade do produto?(8.1)
- Existem medição e monitoramento de produto, de maneira a verificar se os requisitos do produto estão sendo atendidos?(8.2.4)
- Existe controle de não-conformidades?(8.3)
- A PE possui métodos sistemáticos e ferramentas que possibilitam melhorias no desempenho da organização?(8.5.1)
- A PE registra as não-conformidades e toma as ações preventivas e corretivas para prevenir e eliminar a causa do problema? Estas ações são registradas?(8.5.2 / 8.5.3)

