Anne Alessandra Cardoso Neves

**Estudo sobre resíduos sólidos em postos de combustíveis,
funilarias e estabelecimentos de lavagem automotiva no
município de São Carlos, visando Indicadores de
Sustentabilidade**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de
São Carlos da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do
Título de Doutor em Ciências da Engenharia
Ambiental.

Orientador: Prof. Assoc. Valdir Schalch

São Carlos – SP
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

N514e Neves, Anne Alessandra Cardoso
Estudo sobre resíduos sólidos em postos de
combustíveis, funilarias e estabelecimentos de lavagem
automotiva no município de São Carlos, visando
indicadores de sustentabilidade / Anne Alessandra Cardoso
Neves ; orientador Valdir Schalch. -- São Carlos, 2010.

Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação e Área de
Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São
Paulo, 2010.

1. Resíduos sólidos industriais. 2. Classificação de
resíduos. 3. Indicadores de sustentabilidade. 4. Postos
de combustíveis. 5. Funilarias e lavagem automotiva. I.
Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Engenheira ANNE ALESSANDRA CARDOSO NEVES.

Tese defendida e julgada em 06/08/2010 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Associado **VALDIR SCHALCH – (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA

Prof. Dr. **REINALDO PISANI JUNIOR**
(Universidade de Ribeirão Preto/UNAERP)

aprovada

Prof. Dr. **MARCUS CÉSAR AVEZUM ALVES DE CASTRO**
(Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”/UNESP/Campus de Rio Claro)

Aprovado

Prof. Dr. **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**
(Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”/UNESP/Campus de Guaratinguetá)

APROVADO

Prof. Dr. **NIVALDO APARECIDO CORRÊA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Prof. Associado **EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Engenharia Ambiental

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedico esta tese aos amados Ubaldo, Ana Carolina, Ana Júlia e João Pedro por iluminarem a minha vida.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Geni, tias Cida e Luzia por me ensinarem a perseguir os sonhos mais distantes, pelos incentivos e esforços que me permitiram chegar até aqui.

Ao meu marido e companheiro Ubaldo, por seu amor, carinho, dedicação e apoio, sobretudo nos momentos mais difíceis.

Aos queridos Ana Carolina, Ana Júlia e João Pedro por iluminarem meus caminhos sempre.

Ao orientador, e amigo, Prof. Valdir Schalch, pela amizade, dedicação, confiança e compreensão durante o caminho percorrido.

Ao grande amigo, e também mestre, Prof^o Freire, por ter despertado em mim o amor à ciência.

Ao professor Evaldo por seu apoio sempre.

À admirável professora Maria Olímpia (Marió) do LQA por seu grande incentivo no início dessa pesquisa.

À querida amiga Carmenlúcia, por sua valiosa amizade e por me abrir as portas para um novo caminho.

À querida amiga Keyle, pela amizade e grande apoio sempre.

Aos queridos amigos Luciana Massukado, Érica e Juliano, pela amizade, incentivo e importantes contribuições a essa tese.

Aos queridos amigos Sandro e Patrícia pela amizade e grande disposição em ajudar.

Aos membros da banca pela leitura e contribuição dispensadas à tese.

Aos colegas pesquisadores do Núcleo de Pesquisa e Estudo em Resíduos Sólidos (NEPER), Tânia, Tássio, Jaqueline, Fábio F., Neto, Zé Berto pela constante troca de conhecimentos.

Aos alunos de iniciação científica Élcio e Luciana Marrara, pelo importante papel desempenhado em contribuição a esta pesquisa.

Aos técnicos, e amigos, do Laboratório de Saneamento (SHS) Júlio, Paulo e Juliana, pela amizade e dedicação em me auxiliar nas análises químicas.

À ilustre pesquisadora Diva Landgraf pela dedicação e por sua sempre disposição em ajudar.

Às funcionárias do Departamento de Hidráulica e Saneamento Valderes, Cecília, Márcia. Jaque e, em especial, à grande amiga Rose.

Aos funcionários do PPG-SEA, Claudete, Nelson e José Luíz pela disposição em ajudar sempre.

À funcionária, e amiga, Edvanice por sua sempre disponibilidade em ajudar.

A todos os funcionários das empresas visitadas pela receptividade e atenção.

À Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia, em especial, ao Paulo Shiroma pela disponibilização das informações necessárias ao início dessa pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao ilustre amigo desconhecido Nei por sua importante colaboração.

A todos que de alguma forma colaboraram com esta pesquisa.

A humanidade é capaz de fazer desenvolvimento sustentável, assegurando que a sociedade atual alcance as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras de alcançar suas próprias necessidades

(World Commission on Environment and Development, 1987).

“Somos parte da terra e ela faz parte de nós. O que ocorrer com a terra, recairá sobre os filhos da terra. Há uma ligação em tudo”

(texto do Chefe Seattle em resposta ao presidente dos Estados Unidos quando este fez à tribo indígena a proposta de comprar suas terras, 1854).

RESUMO

NEVES, A.A.C. **Estudo sobre resíduos sólidos em postos de combustíveis, funilarias e estabelecimentos de lavagem automotiva no município de São Carlos, visando Indicadores de Sustentabilidade.** 2010. 184 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

A presente pesquisa teve como objetivo levantar dados básicos para posterior composição de indicadores de sustentabilidade, em postos de combustíveis, funilarias e estabelecimentos de lavagem automotiva no município de São Carlos, tendo em vista a busca de soluções para questões sociais, ambientais e econômicas que garantam sustentabilidade nesses tipos de empresas. Foram feitas visitas com entrevistas e aplicação de questionários em cada estabelecimento, coletados resíduos sólidos industriais em quatro estabelecimentos de cada tipo de empresa e em seguida caracterizados esses resíduos. Para a classificação de resíduos foram feitos ensaios de lixiviação e solubilização. Os produtos mais utilizados nas empresas estudadas foram classificados como classe I-perigosos. Apesar disso, os resíduos coletados foram classificados como não perigosos, classe II A – não inertes, possivelmente devido à dissolução dos produtos perigosos. Com base no tratamento dos dados obtidos determinaram-se alguns indicadores que, por vezes, mostraram-se mais eficientes quando analisados em conjunto com outros. Ao se confrontar Indicadores de Consumo com Indicadores de Produção, por exemplo, pôde-se prever a dimensão de lucros e prejuízos sociais, financeiros e, sobretudo ambientais do empreendimento. Constatou-se a partir da análise de indicadores estudados que nas empresas em questão, existe falta de investimentos em pesquisas e tecnologias que garantam desenvolvimento sustentável das mesmas. Existe também carência de investimentos em capacitação de funcionários que busque melhorias na qualidade, no meio ambiente, sociais e na segurança dos trabalhadores, e assegure assim o desempenho sustentável das empresas em foco.

Palavras-chave: resíduos sólidos industriais, classificação de resíduos, Indicadores de Sustentabilidade, postos de combustíveis, funilarias e lavagem automotiva.

ABSTRACT

NEVES, A.A.C. **Study on solid wastes in gas stations, car body repair and painting shops and car wash establishments in São Carlos city, to compose Sustainability Indicators.** 2010. 184 p. Thesis (Doctoral) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

The aim of this research was to raise basic data for composition of Sustainability Indicators in gas stations, car body repair and painting shops and car wash establishments in São Carlos city, in order to find solutions to social, environmental and economical issues. This would ensure sustainability in these businesses. Visits were made with interviews and questionnaires application in each establishment, industrial solid wastes were collected in four establishments of each type of enterprise and then these wastes were characterized. The wastes classification was made by chemical tests. Most products used in studied enterprises were classified as class I-hazardous products. Nevertheless, the collected wastes were classified as non-hazardous waste, class II A– non inert, possibly due to the dissolution of hazardous products. Some indicators have been developed from processing of obtained data. Sometimes indicators proved more efficient when examined together with others. When Consumption Indicators are worked with Output Indicators, for example, the dimension of profits and losses from social, financial and above all environmental area can be provided to the venture. Indicators showed investment in researches and technologies, as well as in training for improvements in quality, environment, social and workers safety would ensure sustainable development in the enterprises.

Keywords: Industrial solid wastes, wastes classification, Sustainability Indicators, gas stations, car body repair and painting shops, car wash establishments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hierarquia da Gestão dos Resíduos Sólidos.	33
Figura 2: Indicadores de sustentabilidade.	43
Figura 3: Mudanças na empresa através da conscientização ambiental.	59
Figura 4: Metodologia para classificação dos resíduos.	89
Figura 5: Indicadores de Sustentabilidade para as empresas em estudo.	91
Figura 6: Área total do terreno do empreendimento.	95
Figura 7: Área construída do empreendimento.	95
Figura 8: Volume de combustível movimentado mensalmente.	96
Figura 9: Ocorrência dos principais serviços prestados nos postos de combustíveis.	97
Figura 10: Fontes de abastecimento de água.	98
Figura 11: Gasto mensal com abastecimento de água.	99
Figura 12: Gasto mensal com fornecimento de energia.	99
Figura 13: Métodos utilizados para detectar vazamentos.	101
Figura 14: Tipo de piso encontrado na área de abastecimento.	102
Figura 15: Piso com trincas e rachaduras, com canaleta sem função.	102
Figura 16: Tipo de piso encontrado no local de troca de óleo.	103
Figura 17: Tipo de piso encontrado na área de lavagem de veículos.	103
Figura 18: Conhecimentos gerais demonstrados em postos de combustíveis.	104
Figura 19: Destino dado aos resíduos da troca de óleo.	105
Figura 20: Armazenamento adequado de embalagens e filtros de óleo.	106
Figura 21: Embalagens de óleo lubrificante armazenadas.	106
Figura 22: Destino dado ao óleo queimado.	107
Figura 23: Volume de óleo queimado comercializado mensalmente.	108
Figura 24: Destino dado ao lodo residual da caixa de areia.	109
Figura 25: Terreno utilizado para disposição inadequada de resíduos.	110
Figura 26: Heterogeneidade dos resíduos sem separação prévia.	111
Figura 27: Água na entrada da ETE.	115
Figura 28: Água na saída da ETE.	115
Figura 29: Área total do terreno do empreendimento.	118
Figura 30: Área construída do empreendimento.	119
Figura 31: Gasto mensal com consumo de água.	119
Figura 32: Gasto mensal com consumo de energia.	120
Figura 33: Tipos de piso encontrados em funilarias.	121
Figura 34: Tipos de piso encontrados em funilarias: concreto e terra.	121
Figura 35: Conhecimentos gerais demonstrados nas funilarias.	122
Figura 36: Tintas e solventes armazenados junto ao maçarico.	122
Figura 37: EPI encontrados nas funilarias.	123
Figura 38: Cabine de pintura de funilaria.	124
Figura 39: Exaustores e filtro na cabine de pintura.	124
Figura 40: Névoa de tintas e solventes numa funilaria sem cabine de pintura.	124
Figura 41: Quantidade de tintas utilizadas por mês.	125
Figura 42: Possíveis procedimentos na manipulação de tintas.	126
Figura 43: Prateleira com latas de tintas estocadas.	126
Figura 44: Prateleira de tintas compradas sob medida.	126
Figura 45: Frequência de lavagem das funilarias.	127
Figura 46: Quantidade de solvente utilizado por mês.	128

Figura 47: Quantidade de massa acrílica utilizada por mês.....	129
Figura 48: Quantidade de verniz utilizado por mês	130
Figura 49: Disposição final de resíduos de latas de tintas e de outros materiais.	131
Figura 50: Disposição final de resíduos plásticos.	132
Figura 51: Disposição final de resíduos de papel e papelão.	132
Figura 52: Emprego de papel em funilaria.....	133
Figura 53: Disposição final de resíduos de vidro.....	133
Figura 54: Disposição final de resíduos de lataria e sucata.	134
Figura 55: Gastos mensal com materiais utilizados no reparo de carros.	135
Figura 56: Número de carros reparados por mês nas funilarias.....	135
Figura 57: Área total do terreno do empreendimento.	140
Figura 58: Área construída do empreendimento.....	141
Figura 59: Serviços encontrados nos estabelecimentos lava-rápido.....	142
Figura 60: Gasto mensal com abastecimento de água.	143
Figura 61: Gasto mensal com fornecimento de energia.....	143
Figura 62: Gasto mensal médio com água de diferentes tipos de estabelecimentos.....	144
Figura 63: Gasto mensal médio com energia de diferentes tipos de estabelecimentos.	145
Figura 64: Tipos de piso encontrados em lava-rápido.	145
Figura 65: Piso com possíveis infiltrações no solo.	146
Figura 66: Asfalto com rachaduras.	147
Figura 67: Conhecimentos gerais demonstrados em lava-rápido.	147
Figura 68: Ralo com caixa de contenção.	148
Figura 69: Quantidade de LM utilizada.	149
Figura 70: Quantidade de cera utilizada por mês em lava-rápido.....	150
Figura 71: Quantidade de Carnaúba utilizada mensalmente em lava-rápido.....	150
Figura 72: Quantidade de silicone utilizada em lava-rápido.....	151
Figura 73: Ralo entupido com resíduos.	151
Figura 74: Quantidade de Solupan utilizada em lava-rápido.....	152
Figura 75: Porcentagens de utilização de desengraxante Solupan.....	153
Figura 76: Disposição final de resíduos de latas residuais.....	153
Figura 77: Disposição final de resíduos plásticos.	154
Figura 78: Disposição de galões plásticos de 200 litros.	154
Figura 79: Disposição final de resíduos de papel e papelão.	155
Figura 80: Disposição final de resíduos de vidro.....	156
Figura 81: Gasto mensal com materiais utilizados nos estabelecimentos lava-rápido.	157
Figura 82: Número de carros lavados por mês.	157

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Indicadores de sustentabilidade.....	44
Quadro 2: Identificação de atividades e recursos de funilaria.....	64
Quadro 3: Identificação de atividades e recursos de pintura.....	65
Quadro 4: Tipos de EPI para Funilaria e Pintura.....	72
Quadro 5: Classificação possível para uma funilaria e pintura, de acordo com os critérios de avaliação do IQA-CESVI Brasil.....	75
Quadro 6: Classificação das empresas.....	84
Quadro 7: Classificação dos materiais mais utilizados em postos de combustíveis.....	112
Quadro 8: Classificação dos materiais mais utilizados em funilarias.....	136
Quadro 9: Classificação dos materiais mais utilizados em estabelecimentos lava-rápido.....	158

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB realizada em 1989 e 2000.....	27
Tabela 2: Economias relacionadas à reciclagem.....	39
Tabela 3: Vazão e capacidade para diferentes processos de lavagem de veículos.	78
Tabela 4: Limitações para efluentes de lavagens dos veículos e lavanderias.	80
Tabela 5: Ensaio de lixiviação em postos de combustíveis.....	113
Tabela 6: Ensaio de solubilização em postos de combustíveis	113
Tabela 7: Ensaio para análise da ETE.	114
Tabela 8: Análises de BTEX para amostras de solo contaminado com resíduo de óleo usado.	116
Tabela 9: Ensaio de lixiviação em funilarias.....	137
Tabela 10: Ensaio de solubilização em funilarias.	138
Tabela 11: Ensaio para análise da lavagem de partículas.....	139
Tabela 12: Ensaio de lixiviação em lava-rápido.....	159
Tabela 13: Análises para classificação de resíduos de Solupan e LM.....	159
Tabela 14: Ensaio de solubilização em lava-rápido	160
Tabela 15: Ensaio para análise de água das caixas separadoras.....	161
Tabela 16: Indicadores de número de funcionários por estabelecimento.	162
Tabela 17: Indicadores de Segurança do Trabalhador	162
Tabela 18: Indicadores de consumo de água, energia e materiais.	163
Tabela 19: Indicadores de Produção.	164
Tabela 20: Indicadores de Segurança Ambiental.....	165
Tabela 21: Indicadores de Disposição de Recicláveis.	166
Tabela 22: Indicadores de Reciclagem de Óleo.....	166
Tabela 23: Indicadores de Resíduos Perigosos.	167
Tabela 24: Indicadores de Educação Ambiental.....	167

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEAC	Álcool Etílico Anidro Carburante
AEHC	Álcool Etílico Hidratado Carburante
ANP	Agência Nacional de Petróleo
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno
CB-05	Comitê Brasileiro de Automóveis, Caminhões, Tratores, Veículos, Similares e Autopeças
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CESVI	Centro de Experimentação e Segurança Viária
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CIESP	Centro Industrial do Estado de São Paulo
CNAE	Classificação Nacional das Atividades Econômicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
D.F.	Disposição Final
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EUA	Estados Unidos da América
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IMI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQA	Instituto da Qualidade Automotiva
ISO	International Standards Organization
ISR	Instalação de Sistema Retalhista
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas

P-2	Prevenção à Poluição
PA	Posto de Abastecimento
PAH	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PF	Posto Flutuante
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto interno bruto
PMSC	Prefeitura Municipal de São Carlos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PR	Posto Revendedor
RS	Resíduos sólidos
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
3 R	Reduzir, Reutilizar e Reciclar
3P	<i>Pollution Prevention Pays</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
US EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
USP	Universidade de São Paulo
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>

SUMÁRIO

Conteúdo

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xv
1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivos Gerais	22
2.2. Objetivos Específicos	23
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
3.1 Breve histórico sobre o saneamento no século XX	25
3.1.1 Dados do saneamento no Brasil	26
3.2 Resíduos sólidos	28
3.2.1 Resíduos Sólidos Industriais	31
3.3. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos	32
3.3.1. Prevenção à Poluição – P2	34
3.3.2. O Princípio dos 3 R	35
3.4. Desenvolvimento Sustentável	41
3.5. Indicadores de Sustentabilidade	42
3.6 Posto de Combustível - Definições e Classificações	46
3.6.1 Tipos de Combustíveis	48
3.6.2 Lubrificantes	51
3.6.3 Lavagem de Veículos	52
3.6.4 A Questão Ambiental	54
3.7 Funilarias e Pintura automotiva- definições e classificações	63
3.7.1 Principais Materiais Utilizados	66
3.7.2 Riscos existentes	70
3.7.3 Utilização de EPI	71
3.7.4. Legislação Específica para Funilaria e Pintura	73
3.7.5 Certificação em Funilaria e Pintura	74
3.8 Lava-Rápido - Definições e Classificações	76
3.8.1. Principais Materiais Utilizados	77
3.8.2. Tipos de Lavagem de Veículos	77
3.8.3 Efluentes em Estabelecimentos Lava-rápido	78
3.8.4 Legislação Específica para Lava-rápido	79
4. MATERIAIS E MÉTODOS	82
4.1 São Carlos como universo de estudo	83
4.2. Método proposto para coleta de dados primários	84
4.3. Recursos utilizados na análise dos resíduos	86
4.3.1 Classificação dos resíduos sem análise química	86
4.3.2 Ensaio de Lixiviação	86
4.3.3 Ensaio de Solubilização	87
4.3.4 Análises de água residual	90
4.4. Composição dos Indicadores de Sustentabilidade	91

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	93
5.1 Postos de Combustíveis	94
5.1.1 Entrevistas e Questionários	94
5.1.2 Classificação dos resíduos sem análise química	111
5.1.3 Ensaios de Lixiviação	112
5.1.4 Ensaios de Solubilização	113
5.1.5 Ensaios para Análise de Água Residual	114
5.1.6 Ensaios para Análise de BTEX	115
5.2 Funilarias	116
5.2.1 Entrevistas e Questionários	117
5.2.2 Classificação dos resíduos sem análise química	136
5.2.3 Ensaios de Lixiviação	137
5.2.4 Ensaios de Solubilização	138
5.2.5 Ensaios para Análise de Água Residual	138
5.3 Lava-Rápido	139
5.3.1 Entrevistas e Questionários	140
5.3.2 Classificação dos resíduos sem análise química	158
5.3.3 Ensaios de Lixiviação	159
5.3.4 Ensaios de Solubilização	160
5.3.5 Ensaios para Análise de Água Residual	161
5.4 Indicadores de sustentabilidade	162
5.4.1 Indicadores Sociais	162
5.4.2 Indicadores Ambientais	163
5.4.3 Indicadores Econômicos	168
6. CONCLUSÕES	169
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	174
8. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	175
9. REFERÊNCIAS	176

1. INTRODUÇÃO

O efeito da atividade humana sobre o meio ambiente aumentou, significativamente, a partir do início da Revolução Industrial, no final do século XVIII.

Em decorrência do modelo de desenvolvimento adotado desde esta época, a indústria e seus condutores sempre trataram a questão dos resíduos e da poluição como uma consequência inevitável do desenvolvimento tecnológico e econômico. Esta relação de causa e efeito se mostrou, ao longo de décadas, perigosa e não verdadeira. São diversos os exemplos de acidentes, contaminações de rios, do ar, do solo, de cidades e mesmo de regiões inteiras, que comprovam que os efeitos danosos deste desenvolvimento não são compensatórios.

O paradigma de que desenvolvimento significa sujar, consumir e deteriorar não se mostra mais verdadeiro. Hoje se sabe que é possível compatibilizar crescimento econômico e conservação ambiental por meio de produção sustentável, que integra às atividades econômicas das empresas preocupações de longo prazo com o meio ambiente, com a saúde e segurança do trabalhador e da comunidade.

A poluição ambiental tornou-se assunto de interesse público em quase todos os países do mundo. Uma grande parcela desta poluição vem das indústrias, através dos processos de produção utilizados para extrair a matéria-prima e transformá-la numa enorme variedade de produtos para fins de consumo. Estas indústrias devido às suas várias atividades, e com diferentes graus de sofisticação tecnológica, produzem resíduos com as mais diversas características, tornando difícil o controle e fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

Atualmente diversos setores da sociedade têm concentrado seus esforços em buscar meios de tornar compatíveis os níveis de crescimento econômico e de produção com a manutenção da qualidade ambiental e a preservação dos recursos naturais, materiais e energéticos. Dentro deste contexto a indústria e a universidade desempenham papéis relevantes. A primeira, por ser a maior consumidora de recursos, produtora de riquezas e, por muitas vezes, grande geradora de resíduos e poluição. A segunda, por ser a formadora dos futuros tomadores de decisão, que poderão atuar no sentido de melhorar, ou piorar, a qualidade do meio ambiente (SANTOS, 2005).

O Relatório Final da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED - World Commission on Environment and Development), aprovado pela ONU (Organização das Nações Unidas) em 1983, traz uma definição do termo desenvolvimento sustentável: “processo mediante o qual as necessidades da população atual são atendidas, sem pôr em risco aquelas das gerações futuras” (BRUGGER et al, 1991).

Em 1992, a partir da proposta inerente a essa definição, empresários se organizaram e elaboraram um documento com princípios de desenvolvimento sustentável a serem seguidos, propondo-se a refletir sobre o meio ambiente, de modo a reverter prejuízos econômicos de suas empresas decorrentes de inúmeros fatores como o desperdício de energia e água, a falta de aproveitamento (reutilização, reaproveitamento e reciclagem) de resíduos, o alto custo da produção (prevenção e controle da poluição) e o passivo ambiental, que afetam os indicadores de sustentabilidade (SCHALCH, 2004).

Assim, no Brasil, em 2003, o resultado foi a adoção voluntária do Sistema de Gestão Ambiental com mil empresas certificadas pela ISO 14001.

Entretanto nota-se que essas empresas certificadas são, em sua maioria, as que buscaram a certificação para cumprir uma exigência de seus clientes e têm porte de médias e grandes empresas.

As grandes indústrias geralmente possuem um controle dos resíduos gerados na linha de produção, e geralmente o órgão responsável pela fiscalização se preocupa mais com estas. Isso não ocorre com pequenas indústrias, funilarias, oficinas de fundo de quintal e

outras que produzem resíduos ambientalmente perigosos e com riscos à saúde da população. Essa poluição não é interessante para a mídia e para os órgãos de fiscalização, pois ela ocorre em todas as áreas de um município, e tomar conhecimento ou mesmo mapeá-las é um processo muito mais complexo do que no caso de grandes contaminações. Porém esta poluição gradativa, pequena e quase invisível causada tanto pelas pequenas empresas como pela população, é muito perigosa apesar de praticamente não se ter nenhum tipo de controle (MARTINS, 2004).

Nesse contexto, há empresas que desconhecem a problemática ambiental em áreas consideradas básicas pelo risco à saúde pública e ao meio ambiente, como os resíduos sólidos que podem, conforme sua classificação, ser considerados perigosos.

Após estudos realizados na cidade de São Carlos (LOPES, 2003; TABACZENSKI, 2003; MARTINS, 2004), verifica-se a necessidade de um trabalho sistematizado, aprofundado para se ter a real noção do problema, tanto para o meio científico, para o Centro Industrial do Estado de São Paulo – CIESP, para a população que desconhece a relevância do tema e, por consequência, a atual situação, como para o poder público que algumas vezes busca indicadores dessa produção de resíduos para poder definir programas de ações públicas a respeito.

O presente trabalho de pesquisa, com a coleta de dados e sua análise, poderá contribuir para ampliar o conhecimento científico no que tange aos indicadores de desempenho sustentável com enfoque em resíduos sólidos industriais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Aplicar um método para classificar e quantificar os resíduos sólidos industriais produzidos por micro e pequenas empresas do setor automotivo no município de São Carlos.

A partir destes dados primários, compor uma base estatística, a fim de compor Indicadores de Sustentabilidade das empresas, e então propor e discutir sugestões para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais.

2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar quais são as micro e pequenas empresas em São Carlos, por meio de cadastro junto à Prefeitura Municipal e ao CIESP, que serão objeto de estudo. As empresas selecionadas foram postos de combustíveis, funilarias e pinturas e estabelecimentos de lavagem automotiva (lava-rápido).
2. Visitar as empresas, buscando-se conhecer gestão e gerenciamento básico das mesmas realizando entrevistas e aplicando questionários propostos.
3. Coletar os resíduos sólidos, de empresas previamente selecionadas, para serem caracterizados.
4. Realizar análises químicas visando classificar os resíduos coletados.
5. Tratar e homogeneizar os dados estatísticos para a definição dos Indicadores de Sustentabilidade.
6. Propor estratégias de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos industriais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo buscou-se reunir informações sobre os principais assuntos da pesquisa: resíduos sólidos e indicadores de sustentabilidade. Além disso, foram pesquisadas informações sobre os três tipos de empresas automotivas em estudo: postos de combustíveis, funilarias e estabelecimentos de lavagem de veículos (lava-rápido). Para tanto foram consultadas teses, dissertações, revistas eletrônicas, artigos de periódicos, congressos e legislações considerados pertinentes.

Para os resíduos sólidos discutiram-se questões como saneamento, classificação, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

Na revisão sobre indicadores de sustentabilidade foi introduzido o conceito de desenvolvimento sustentável bem como os diferentes possíveis indicadores.

Quanto às empresas em questão, foram apresentadas informações sobre os principais serviços e materiais encontrados, legislação ambiental existente e possíveis riscos ou impactos que possam estar vinculados aos três tipos de empresas em foco.

3.1 Breve histórico sobre o saneamento no século XX

No início do século XX, o Brasil já realizava projetos de implantação de saneamento nas cidades. Apesar disso em muitas cidades a desordem urbana atingiu uma escala preocupante. Inundações e doenças endêmicas ameaçavam o desenvolvimento econômico e social.

Leme (1999) retrata que a própria capital federal, a cidade do Rio de Janeiro, vivia um momento de intensa transformação. Era o momento de transição entre o Império e a República. Na capital federal, por ser a maior e mais importante cidade do país, as transformações eram mais visíveis e evidentes. A cidade se transformou em um modelo europeu de metrópole. Demoliu-se meia cidade colonial para abrir uma avenida *belle époque*, morros foram arrasados para construir um porto e uma segunda avenida. Em nome da higiene, declarou-se guerra aos pobres, afastando-os do centro e os direcionando para longe do cenário de progresso urbano.

O Brasil passou a viver outras demandas. No primeiro período da República (1889-1930) foram propostos e realizados melhoramentos localizados, ou seja, em partes das cidades. Os principais campos de trabalho foram obras de infra-estrutura das cidades (saneamento, abertura e regularização do sistema viário). Devido às epidemias que estavam assolando as cidades, a questão do saneamento era central e os engenheiros eram chamados para elaborar o projeto e chefiar comissões para a implantação de redes de água e de esgoto. Foi desenvolvido de forma integrada o saneamento e a expansão para algumas cidades brasileiras, como exemplo: Recife, Vitória e Santos (BENEVOLO, 1993).

Saturnino de Brito é o nome mais relevante da história do urbanismo sanitário do Brasil. Nas convicções de Saturnino, a salubridade era um dos fatores principais. Em seus projetos já eram incluídas medidas complementares tais como: calçamentos, canais de contorno, limpeza pública de ruas e pátios, transporte e incineração do lixo, entre outras

(BENEVOLO, 1993; LEME, 1999). Para DEÁK e SCHIFFER (1999) o urbanismo sanitário resume-se na obra de Saturnino de Brito.

3.1.1 Dados do saneamento no Brasil

Entre todos os setores de infraestrutura, o saneamento é sem dúvida o mais relevante à preservação da vida e da saúde pública, com fortes impactos sobre o meio ambiente e o desenvolvimento. De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS (Carta de Ottawa, 1986) “a saúde é o maior recurso para o desenvolvimento social, econômico e pessoal, assim como uma importante dimensão da qualidade de vida”.

O Brasil, na maioria de seus municípios, ainda convive com situações próprias de países subdesenvolvidos principalmente no que diz respeito à falta de infraestrutura sanitária. E no que se refere aos resíduos sólidos há muito ainda a ser feito.

Na Tabela 1 são apresentados os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB realizada em 1989 e 2000. Cabe ressaltar que uma nova pesquisa (PNSB-2008), mais atualizada, iniciada em 2008 e finalizada em 2009, tem previsão de divulgação para junho de 2010 (IBGE, 2010).

Tabela 1: Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB realizada em 1989 e 2000.

Referências	1989	2000
População (hab.)	146.825.475	169.799.170
Municípios	4425	5507
Abastecimento de Água – fornecimento (%)	95,9	97,9
- com tratamento	80	92,8
- sem tratamento	20	7,2
Esgotamento Sanitário – coleta de esgoto (%)	47,3	52,2
- com tratamento	8	20,2
- sem tratamento	92	79,8
Drenagem Urbana (%)	-	78,6
Resíduos Sólidos – disposição final (%)	85	95
- Lixão	76	23
- Aterro (sanitário/controlado)	23	73
- Compostagem/ reciclagem	1	4

Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1989, 2000).

Observando-se a Tabela 1, apesar deste não considerar as diferenças regionais, verifica-se que em geral há ainda muitas carências a serem sanadas. Nota-se a urgência em se expandir a coleta de esgoto sanitário, já que praticamente apenas 52% dos municípios contam com este serviço apresentando uma expansão bastante lenta quando comparado a 1989, que era em torno de 47%. Além disso, outro ponto bastante urgente e relevante seria o tratamento de esgoto, já que em quase 80% dos municípios isso não ocorre.

Quanto à disposição final dos resíduos sólidos houve um desenvolvimento marcante ao se reduzir fortemente a ocorrência de lixões ampliando-se a ocorrência de aterros sanitários. Porém, muito ainda precisa ser feito para que futuramente os lixões sejam praticamente extintos. Cabe ressaltar que houve um tímido progresso com relação a princípios básicos de sustentabilidade, refletindo num acréscimo de municípios que contam com serviços de compostagem e reciclagem de resíduos, porém não ultrapassando 4% dos municípios. Mostra-se necessário que se expanda essa margem alcançando o maior número de municípios possíveis.

E finalmente, sem dúvida é inaceitável que ainda cerca de 7% dos municípios recebam água sem tratamento. Apesar de se ter uma redução marcante de 20 para 7% quando comparado a 1989, essa ocorrência deveria ser praticamente nula.

3.2 Resíduos sólidos

Existem na literatura várias definições para resíduos sólidos, sendo algumas mais elaboradas que outras. De acordo com a ABNT NBR – 10.004 (2004):

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido ou semi-sólido, que resultam de atividades de origem, industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em 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 de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Verifica-se que a definição estabelecida para resíduos sólidos, por esta norma, é um tanto quanto abrangente. Devido a esta abrangência é conveniente que os resíduos sólidos sejam classificados de alguma forma a fim de orientar os gestores nas estratégias de manejo para cada grupo de resíduo (MASSUKADO, 2008).

Uma primeira classificação foi estabelecida pela mesma norma quanto ao risco que estes podem causar à saúde pública e ao meio ambiente, em duas classes, sendo que a segunda é subdividida em outras duas:

- Classe I – Perigosos: resíduos que em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento de mortalidade ou incidência de doenças além de poderem apresentar efeitos adversos ao

meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. Nesta classe enquadram-se principalmente os resíduos sólidos industriais e de serviços de saúde.

- Classe II-A – Não perigosos - Não Inertes: resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe II B (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água. Enquadram-se, nesta classe, principalmente os resíduos sólidos domiciliares.
- Classe II-B – Não perigosos - Inertes: resíduos sólidos que submetidos a testes de solubilização não apresentem nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Nesta classe enquadram-se principalmente os resíduos de construção e demolição.

No âmbito da gestão dos resíduos sólidos a norma NBR-10.004 (2004) é uma ferramenta imprescindível, pois a partir desta classificação o gerador do resíduo pode facilmente identificar o potencial de risco deste resíduo, bem como identificar as melhores alternativas de tratamento e disposição final.

Para uma adequada aplicação da NBR-10.004 as seguintes normas complementares da ABNT podem ser consultadas pelos gestores:

- NBR -10.005 (2004) - Lixiviação de Resíduos: operação de separação de certas substâncias contidas nos resíduos industriais por meio de lavagem ou percolação.
- NBR 10.006 (2004) - Solubilização de Resíduos: operação que consiste em tornar a amostra de um resíduo solúvel em água, a fim de medir a sua concentração no extrato.
- NBR-10.007 (2004) - Amostragem de Resíduos Sólidos: ato ou processo de seleção de amostra para ser analisada como representante de um todo.

A classificação proposta pela NBR – 10.004, segundo TEIXEIRA (2001),

É útil, pois permite prever diferentes formas de manuseio dos resíduos sólidos (RS) que, em função da sua periculosidade, acarretem o menor impacto sobre o ambiente e a saúde humana. Por outro lado, não se pode associar esta classificação diretamente com a fonte de origem dos RS, uma vez que se pode ter uma mesma atividade humana (por exemplo, uma indústria) gerando diferentes classes de resíduos.

Outras classificações foram sugeridas pelo IPT e CEMPRE (2000), agrupando os resíduos sólidos quanto à natureza física (seco ou molhado), composição química (matéria orgânica putrescível e matéria inorgânica) e origem (domiciliares, comerciais, públicos, industriais, de serviços de saúde, de terminais de transporte, agrícolas, de construção civil, de varrição, de feiras livres e de estações de tratamento de água e esgoto).

Provavelmente, a classificação mais empregada dos resíduos seja quanto a sua origem, pois além de indicar a quem cabe a responsabilidade pelo gerenciamento – se Prefeitura Municipal ou gerador (indústria, hospital, etc) – fornece também informação inicial sobre a forma de manejo deste grupo de resíduos (MASSUKADO, 2008).

Segundo SCHALCH (1992), os resíduos sólidos podem ser classificados como:

- **Resíduos Urbanos:** fazem parte desta categoria os resíduos domiciliares, isto é, o lixo produzido nas residências; o resíduo comercial, proveniente de estabelecimentos como escritórios, loja e hotéis; os resíduos de varrição e de serviços, como feiras livres, poda e capina.
- **Resíduos de Serviços de Saúde:** são todos aqueles resíduos gerados em qualquer serviço de assistência médica, sanitária ou em estabelecimentos congêneres, podendo ser provenientes de farmácias, hospitais, clínicas médicas e veterinárias, instituições de ensino e pesquisa médica e outros.
- **Resíduos Agrícolas:** são aqueles que correspondem principalmente aos vasilhames de agrotóxicos, fezes de animais e animais mortos, entre outros.

- **Resíduos Radioativos:** são os resíduos provenientes do aproveitamento dos combustíveis nucleares, de aparelhos médicos contendo material radioativo, de instituições de ensino e pesquisa que utilizam material radioativo, entre outros.
- **Resíduos Industriais:** são os resíduos gerados pelos diversos tipos de indústrias de processamento. Nesta categoria, os resíduos devem ser estudados caso a caso, para que se possa obter uma solução técnica e economicamente adequada, já que pertencem a uma área bastante complexa.

3.2.1 Resíduos Sólidos Industriais

Os processos industriais são as principais fontes de geração de resíduos perigosos; são grandes causadores de impactos ambientais, muitas vezes de difícil identificação e demorada remediação. SCHALCH (2004) menciona a divisão dos resíduos sólidos industriais em duas categorias: comuns e perigosos. Os primeiros admitem destinação relativamente simples, enquanto que os resíduos sólidos perigosos são resultantes de certas atividades industriais e do tratamento de efluentes que, por suas características, requerem cuidados especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final.

Os fatores responsáveis pela variação quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos industriais são: o tamanho do parque industrial e das unidades industriais, os tipos de tratamentos de efluentes e os processos tecnológicos utilizados pelas indústrias. Estas indústrias, devido as suas várias atividades e diferentes graus de sofisticação tecnológica, geram resíduos sólidos com as mais diversas características, podendo aparecer em sua composição desde materiais inertes até substâncias altamente agressivas ao meio ambiente.

De acordo com CAPELINI (1999), a maneira de abordar o gerenciamento de resíduos sólidos tem mudado ao longo do tempo. Estas mudanças refletem a evolução ocorrida nos níveis de industrialização, atitudes e tendências da própria sociedade.

Primeiramente não existia preocupação ambiental, e os resíduos eram simplesmente despejados no meio ambiente. Essa metodologia se mostrava satisfatória já que a relativa pureza do meio, as pequenas populações e concentrações dos resíduos permitiam que o próprio meio ambiente tivesse condições de se recuperar. Porém com o grande aumento populacional e a crescente industrialização, a quantidade de resíduos aumentou muito,

tornando então o lançamento direto no ambiente bastante inviável. Segundo HASAN (1995), o uso pela indústria de novas substâncias químicas, e conseqüentemente a geração de resíduos destas substâncias, contribuiu para que esta forma de abordagem fosse revista.

Numa segunda etapa surgem legislações voltadas para a proteção ambiental. Porém, o gerenciamento de resíduos não aparece de forma organizada, sendo as medidas de “concentrar e conter” pouco eficientes, com risco de vazamentos e contaminação ambiental (MATOS, 1997).

O aparecimento de sistemas mais elaborados de gerenciamento de resíduos ocorre numa terceira etapa, dando ênfase a melhor forma de tratar e dispor os resíduos gerados e o desenvolvimento da reciclagem. Esta abordagem foi um grande avanço no gerenciamento de resíduos, mas não foi capaz de resolver o problema de redução da quantidade e toxicidade de muitos resíduos gerados, representando muitas vezes apenas uma transferência de poluição de um meio para o outro.

Na quarta fase, segundo HASAN (1995), a ênfase dada ao gerenciamento de resíduos é a “prevenção à poluição”, que procura minimizar a geração de resíduos nas suas fontes. As indústrias encontram-se em diversas etapas desta evolução, porém poucas chegaram à quarta fase.

3. 3. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Na Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos para cada tipo de resíduo, em função da sua classificação, é possível estabelecer operações que possibilitem o equacionamento das atividades que devem ser desenvolvidas. Alguns autores (READ,1999; WILSON,1996) indicam uma hierarquia como estratégia de gestão dos resíduos sólidos, ilustrada na Figura 1, onde D.F. corresponde à disposição final.

Figura 1: Hierarquia da Gestão dos Resíduos Sólidos.

Fonte: SANTOS (2005)

Nesta figura, a pirâmide invertida significa que se deve priorizar a prevenção à poluição. A partir daí, buscar a redução do resíduo tanto quanto for possível, seguido da sua reutilização quando a redução não mais puder ser realizada. A redução e reutilização dos resíduos são ações importantes, pois por meio delas, o material deixa de entrar na cadeia de resíduos.

O quarto nível da hierarquia corresponde à reciclagem dos resíduos, que não é considerada a alternativa favorita, pois a reciclagem consome energia e recursos naturais. Entretanto ela é vista como sendo melhor que a disposição, uma vez que reduz a utilização de recursos naturais na medida em que os resíduos são utilizados como matéria prima na indústria.

O tratamento pode ser tanto biológico como a compostagem ou térmico, como é o caso da incineração.

Por fim, tem-se a disposição adequada do resíduo quando todas as alternativas estiverem esgotadas.

Apesar da disposição ser a última opção na hierarquia de gestão de resíduos, ela estará sempre presente, pois para qualquer uma das alternativas haverá a necessidade de se dispor alguns resíduos que não podem ser recuperados, sendo o aterro sanitário a alternativa mais eficiente no momento. O desenho para a representação deste modelo não representa fielmente

a realidade uma vez que é impossível se obter zero de resíduos. Na Figura 1 a disposição se encontra na parte inferior do desenho formando um vértice no final. Este vértice pode remeter à eliminação do resíduo, o que na verdade, não ocorre no aterro sanitário (MASSUKADO,2008).

3.3.1. Prevenção à Poluição – P2

Braga et al. (2002) define poluição como sendo uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera, provocada pelas atividades e intervenções humanas no meio ambiente, que possa causar dano à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies, ou ainda deteriorar materiais. Os poluentes são os resíduos gerados pelas atividades humanas que causam um impacto negativo ao meio ambiente. Deste modo, a poluição está associada à concentração de poluentes presentes no ar, na água ou no solo.

A poluição resulta das atividades humanas em geral, entretanto, são as atividades industriais as maiores fontes geradoras de resíduos perigosos e impactos ambientais. À medida que a sociedade evolui tecnologicamente estes impactos têm sido ampliados em diversidade e intensidade. O esgotamento dos recursos naturais utilizados como fonte de energia e matérias-primas, a poluição do solo, da água e do ar são os principais problemas ambientais decorrentes da industrialização.

Buscando alcançar paradigmas como a sustentabilidade ambiental, estratégias preventivas baseadas em conceitos como a prevenção à poluição têm ganhado espaço.

A prevenção à poluição tem como objetivo promover o uso sustentável dos recursos e prevenir a geração de resíduos e poluentes nas atividades industriais, tomando como princípio básico a *redução dos resíduos na fonte*. Quanto à hierarquia do gerenciamento de resíduos, a prevenção à poluição deve ser priorizada em relação à redução, reutilização e reciclagem de materiais, ao tratamento e à disposição, como mostra a Figura 1.

O termo prevenção à poluição tem sua origem relacionada ao programa de redução de resíduos desenvolvido em 1975 nos Estados Unidos pela 3M, denominado 3P – ‘*Pollution Prevention Pays*’. Este programa é mundialmente reconhecido e considerado um dos programas pioneiros no uso de técnicas de redução na fonte ao demonstrar com sucesso, ainda na época em que o foco do gerenciamento de resíduos concentrava-se na diluição e nas tecnologias ‘*end of pipe*’, que os investimentos em estratégias de redução na fonte são

compensados pela redução de custos com o tratamento e disposição de resíduos e pela otimização no uso de matérias-primas (HIGGINS, 1995; BISHOP, 2000).

Segundo THOMAS (1995), a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) criou o programa *Pollution Prevention*, conhecido também como P2, inspirada nos resultados positivos do 3P, e com o forte objetivo de difundir a estratégia de prevenção à poluição por todo o país na forma de política ambiental. A política da USEPA foi firmada em 1990, pelo *Pollution Prevention Act*, Decreto que estabeleceu a Política de Prevenção à Poluição nos Estados Unidos, após o Congresso concluir que mesmo quando possível, as possibilidades envolvendo a redução na fonte não eram executadas porque as leis existentes estavam focadas no tratamento e na disposição final dos resíduos.

Cabe ressaltar que os termos prevenção à poluição e produção mais limpa são intercambiáveis. A distinção dos termos é geográfica: o termo prevenção à poluição é usado principalmente nos Estados Unidos e Canadá, enquanto o termo produção mais limpa é mais freqüente nos países da Europa e em outros lugares. Os dois termos referem-se à estratégia de redução contínua da poluição através da redução dos resíduos na fonte – que implica na eliminação do resíduo no processo antes mesmo de sua geração (UNEP, 2003).

3.3.2. O Princípio dos 3 R

Para LOGAREZZI (2004), o princípio dos 3 R é aquele que:

Orienta ações de educação e de gestão a respeito do problema dos resíduos na grande maioria dos países do mundo, segundo o qual devemos adotar essencialmente três atitudes de modo integrado, procurando seguir uma determinada hierarquia de prioridades: primeiro reduzir, depois reutilizar e reciclar.

Esta definição é interessante na medida em que este autor afirma sobre a integração das três atitudes (reduzir, reutilizar e reciclar) sendo que a hierarquia anteriormente proposta deve tentar ser seguida e não necessariamente cumprida. Pensando em redes e não mais na hierarquia, o Princípio dos 3 R apresentados já não mais precisa seguir uma ordem de prioridade. As ações de reduzir, reutilizar e reciclar devem ocorrer de forma simultânea, como

na realidade o são. Portanto, a questão não é atentar somente para a redução, reutilização ou reciclagem, mas sim compreender em que contexto e de que forma estas ações podem contribuir para minimizar a quantidade de resíduos que é transportada para o destino final (MASSUKADO, 2008).

3.3.2.a. Princípio da Redução

A redução de resíduos é o termo usado para designar a minimização do resíduo na fonte e requer a cooperação entre o governo, empresa e cidadãos. Ao contrário da disposição e dos métodos de tratamento (compostagem, reciclagem e incineração) que se concentram no problema do resíduo produzido, a redução na fonte enfatiza a não produção destes resíduos (LOBER, 1996).

A redução de resíduos implica na diminuição do gasto despendido com as etapas de coleta, transporte, tratamento e disposição final.

GRIMBERG E BLAUTH (1998), argumentaram que a prática da redução dos resíduos esbarra em implicações culturais, além de políticas e econômicas, afirmando que, “tentar reduzir o consumo ‘mexe’ com nossa liberdade de usar e descartar, que, de certa forma, nos dá a (falsa) sensação de poder pessoal”. A prática da redução na fonte de resíduos requer mudanças de atitude e de comportamento das pessoas, tanto na esfera coletiva quanto individual. A falta de conhecimento existente quanto à necessidade de redução e as informações e formas de como se reduzir são obstáculos que limitam uma maior participação por parte da população (LOBER, 1996; WILSON, 1996; LOGAREZZI, 2004).

Para LIMA (2001), “todo cidadão deve aprender a reduzir a quantidade do lixo que gera, sempre que possível. Deve entender que redução não implica padrão de vida menos agradável”.

Os cidadãos representam papel fundamental na redução do resíduo domiciliar devido ao seu poder de compra. Neste âmbito, dentre as ações que os cidadãos podem realizar no momento em que se fazem as opções de consumo, destacam-se:

- Evitar compra de mercadorias com muitas embalagens;
- Utilizar suas próprias sacolas e caixas nas compras;
- Recusar sacolas quando estas não forem necessárias;
- Adquirir produtos que possam ser reutilizados;

- Comprar alimentos não embalados quando possível;
- Queixar-se com os produtores sobre o excesso de embalagem;
- Solicitar às empresas, lojas, instituições, etc. que retirem o seu cadastro da mala direta quando as correspondências se tornarem desnecessárias, ou então que enviem as informações via e-mail.

O governo pode influenciar na redução de resíduos por meio da introdução de instrumentos legais. A indústria pode reduzir a quantidade de material que chega ao consumidor pela mudança nas quantidades e tipos de materiais que elas usam nas embalagens de seus produtos.

ALLAWAY (1992) citou em seu trabalho uma pesquisa realizada na Carolina do Norte, com 250 residências, destacando o impacto verificado na redução da quantidade do resíduo produzido (10%), no período de um ano, devido às informações transmitidas à população via jornal.

LOBER (1996) realizou uma pesquisa, em Connecticut (EUA), sobre a participação dos cidadãos na redução dos resíduos gerados por eles em suas atividades domiciliares. Um dos resultados desta pesquisa indicou que as motivações mais expressivas (80%) para reduzir o resíduo foram à contribuição para a conservação dos recursos naturais e prevenção à poluição. Ou seja, as motivações intrínsecas ao ser humano como a sensação de “estar fazendo a coisa certa” foram mais importantes que as extrínsecas (esgotamento do aterro sanitário), nas quais parte dos entrevistados (43%) não considerava a ligação entre a crescente geração de resíduos e o fechamento de muitos aterros sanitários como sendo uma importante motivação para a prática da redução (MASSUKADO, 2008).

3.3.2.b. Princípio da Reutilização

De acordo com a CETESB (2001), a reutilização é “qualquer prática ou técnica que permite a reutilização do resíduo, sem que o mesmo seja submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas”.

Já para LOGAREZZI (2004), a reutilização é a “atividade de reaproveitamento do resíduo, sem a destruição do objeto em que consiste, dando-se a ele uma nova função, que eventualmente demande pequena adaptação”. Acrescenta ainda que o exercício deste segundo R (reutilização), “requer criatividade e pode ser exercido no próprio âmbito da geração do resíduo, ou após encaminhamento adequado, em atividades de produção artística, artesanato, etc”.

Portanto, a reutilização consiste em dar uma nova função ao objeto que já cumpriu um certo papel. Assim a reutilização engloba as atividades que aproveitam os produtos antes de seu descarte como, por exemplo, escrever nos dois lados da folha de papel, fazer artesanato com sobras, utilizar os potes de vidro para guardar condimentos, praticar a troca de objetos, roupas, entre outros.

No âmbito dos estabelecimentos comerciais, LIMA (2001) inclui também como reutilização os sebos que trabalham com livros usados e os brechós que comercializam roupas usadas.

Esta prática requer imaginação e inovação, lembrando que ela não precisa estar restrita ao reuso contínuo da proposta original de função.

Os benefícios diretos advindos da prática da reutilização são: economia de espaço no aterro sanitário contribuindo para o aumento de sua vida útil e diminuição do uso dos recursos naturais nos processos de fabricação.

3.3.2.c. Princípio da Reciclagem

No Brasil, atualmente a reciclagem de resíduos constitui a prática mais difundida, dentre os Princípios dos 3 R, para diminuir a quantidade de resíduos que é encaminhada para a destinação final.

Segundo IPT e CEMPRE (2010), a reciclagem é o resultado de atividades que visam minimizar ou desviar o resíduo de seu destino final para serem utilizados como matéria prima na manufatura de bens, que antes eram produzidos somente com matéria prima virgem.

Na Tabela 2 são mostradas as economias relacionadas à reciclagem de alguns tipos de resíduos sólidos encontrados nos aterros.

Tabela 2: Economias relacionadas à reciclagem.

1 ton de resíduo reciclado	Economia de Água (%)	Economia de Energia (%)	Economia de Matéria Prima (%)	Redução Poluição da Água (%)	Redução Poluição do ar (%)
Alumínio	—	90 - 97	5 ton de bauxita	97	95
Papel	58	23 - 74	20 pés de eucalipto	35	74
Plástico	—	78	50% de petróleo	—	—
Vidro	50	4 - 32	1,2 ton de MP virgem	50	20
Aço	40	47 - 74	—	76	85

Fonte: IPT E CEMPRE, 2010; LIMA, 2001; CALDERONI, 2003

Com relação à Tabela 2, cabe ressaltar que o valor atribuído à economia de matéria-prima, no caso dos plásticos, deve ser analisado com ressalvas, pois nem todos os plásticos são obtidos a partir do petróleo. Outras matérias-primas como o gás natural, carvão e plantas também podem ser utilizados para produzir alguns tipos de plásticos.

A reciclagem é atrativa à gestão de resíduos, pois transforma o lixo em insumos para a indústria, com diversas vantagens ambientais - ajuda a poupar espaço no aterro sanitário, reduz sensivelmente o consumo de energia, contribui para a conservação dos recursos naturais e para o bem-estar da comunidade (CRAIGHILL E POWELL, 1996).

Além disso, TEIXEIRA e ZANIN (1999) também consideram a reciclagem de resíduos uma etapa essencial na gestão de resíduos sólidos, pois

“trata-se de uma das formas complementares de minimização desses resíduos (junto com a redução na fonte e a reutilização), mas pode ser também considerada um modo de tratamento dos mesmos”.

E de acordo com IBAM (2001), tratamento pode ser considerado uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos seja impedindo descarte do lixo em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

Existem várias alternativas de tratamento adequadas para os resíduos sólidos. A escolha pela forma de tratamento deve ser definida de forma compatível com a realidade do município, levando-se em consideração as características dos resíduos sólidos, os condicionantes técnicos, econômicos e ambientais, uma vez que fatores como qualidade do produto e mercado consumidor podem ser limitantes ao uso de algumas destas alternativas (ZANTA e FERREIRA, 2003).

A ampla ascensão do mercado de reciclagem, segundo FERREIRA (2000) ocorre em função da existência de uma enorme população desempregada, que encontra nesta atividade uma alternativa para sobreviver.

Apesar deste apelo ambiental, a reciclagem não pode ser vista como a principal solução para o problema dos resíduos, uma vez que ela é uma atividade econômica, sujeita às condições do mercado (FERNANDEZ, 2003).

Segundo CEMPRE (2004):

(...) a falta de incentivos governamentais à atividade de (...) reciclagem tem sido um obstáculo a um crescimento mais acentuado do setor. Na verdade, antes de falar em incentivos é necessário eliminar os ‘desincentivos’, (...) na esfera tributária, a nível federal, estadual e mesmo municipal. Do ponto de vista Federal pode-se destacar o IPI dos plásticos reciclados (12%) versus o IPI da resina ‘virgem’ (10%).

Assim, pode-se concluir que apesar do Brasil apresentar potencial para a expansão da reciclagem, existe ainda fragilidade nas políticas públicas para a gestão dos resíduos sólidos, principalmente quanto à adoção de diretrizes e leis que incentivem a atividade em todo o país (MASSUKADO, 2008).

3.4. Desenvolvimento Sustentável

Conhecido também como ‘*Our Common Future*’ (Nosso Futuro em Comum), o relatório de Brundtland define:

Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para atender às suas próprias necessidades (WCED, 1987).

De acordo com SHEN (1995), o desenvolvimento sustentável requer o reconhecimento das inter-relações entre a economia e as metas ambientais. É necessário que exista um equilíbrio entre os avanços tecnológicos e a preservação ambiental, bem como um balanço entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental. E para tanto, é preciso desenvolver novas estratégias para os desafios ambientais não apenas no presente, mas também no futuro. Esta tarefa requer um esforço conjunto do setor produtivo e dos consumidores, e segundo BRAGA et al. (2002), deve se apoiar nas premissas que formam a base do desenvolvimento sustentável, que compreendem os seguintes preceitos:

- Uso racional da energia e dos recursos materiais com ênfase na conservação em contraposição ao desperdício;
- Prevenção da poluição, gerando menos resíduos a serem absorvidos pelo meio ambiente;
- Promoção da reciclagem e do reuso de materiais;
- Controle do crescimento populacional de modo a propiciar perspectivas de estabilização da população e,
- Mudança de padrões de consumo.

3.5. Indicadores de Sustentabilidade

Existem diferentes definições para o significado de um indicador. Desde as mais simples que o consideram como um parâmetro que fornece as informações sobre um dado fenômeno, até aquelas que atribuem significados ampliados e representatividades específicas para um indicador. De qualquer modo ele é um instrumento que deve permitir a percepção de um dado fenômeno ou de uma condição, de forma simplificada, compreensível e comparável. Alguns autores salientam também a sua importância como um sinal que antecipa algum tipo de ocorrência, ressaltando o seu caráter preventivo. Pode-se assim, constatar algumas características dos indicadores que são essenciais na percepção do potencial que podem oferecer. Dentre elas, transparece a sua origem em dados estatísticos, o seu caráter de síntese de informações complexas, a sua função particular de detectar fenômenos antecipadamente e a sua atribuição de ser facilmente compreensível por seus usuários (SILVA, 2000).

Para MILANEZ (2002), é muito importante que os indicadores sejam interpretados de forma integrada com outros quesitos complementares para que se possa assegurar a consistência e a abrangência das informações obtidas.

A interpretação de uma dada condição também se amplia ao se estabelecer comparações temporais. Pode-se obter determinados resultados para indicadores que se aplicados a um local não estejam satisfatórios, mas que se forem comparados a outros do mesmo local em um tempo anterior, pode explicitar uma condição de melhoria progressiva.

Sob esse enfoque considera-se o fato dos indicadores serem uma tendência ou um processo a ser permanentemente construído e avaliado, e não como sendo uma condição definitiva e acabada. Os outros ingredientes essenciais à sua compreensão referem-se às escalas temporais e espaciais de consideração, de forma a compatibilizar-se os princípios e diretrizes estabelecidas com a especificidade do contexto adotado.

Os indicadores de sustentabilidade podem ser inicialmente divididos em sociais, ambientais e econômicos, e a partir daí serem subdivididos, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Indicadores de sustentabilidade.

Fonte: SANTOS (2005)

Pode-se ainda definir uma lista com vários exemplos de cada categoria de indicador, com base em dados disponíveis e em aspectos comumente mensurados da produção, conforme o Quadro 1 (KRAJNC e GLAVIC, 2003).

Quadro 1: Indicadores de sustentabilidade.

Indicador		Fator	Unidade	
Indicadores Sociais	Número de empregados	$\frac{\text{Número empregados}}{\text{Unidade de produção}}$	1/UP	
	Razão de pagamento	$\frac{\text{Salário dos 10\% empregados mais bem pagos}}{\text{Salário dos 10\% empregados menos pagos}}$	R\$/R\$=1	
	Taxa de promoção	$\frac{\text{Número de promoções}}{\text{Número de empregados}}$	1/1=1	
	Tempo de afastamento	Dias perdidos devido a acidentes ou doenças	dias	
	Número de projetos comunitários	Número de projetos realizados pela companhia com a comunidade	1	
Indicadores Ambientais	Entrada	Consumo específico de energia	$\frac{\text{Consumo total de energia}}{\text{Total da produção}}$	J/UP
		Fração de energia renovável	$\frac{\text{Consumo de energia renovável}}{\text{Consumo total de energia}}$	J/J=1
		Consumo específico de materiais	$\frac{(\text{Entrada total de materiais}) \text{ massa}}{\text{Total da produção}}$	Kg/UP
		Eficiência no uso de materiais	$\frac{(\text{Produção}) \text{ massa}}{(\text{Entrada total de materiais}) \text{ massa}}$	Kg/Kg=1
		Fração de materiais reciclados	$\frac{(\text{Entrada de materiais recicláveis}) \text{ massa}}{(\text{Entrada total de materiais}) \text{ massa}}$	Kg/Kg=1
		Consumo específico de água	$\frac{(\text{Consumo de água}) \text{ volume}}{\text{Produção}}$	m³/UP
		Fração do custo de água	$\frac{\text{Custo da água}}{\text{Custo total da produção}}$	R\$/R\$=1
		Saída	Fração em massa de produtos certificados	$\frac{\text{Massa de produtos com selos ambientais}}{\text{Massa total de produtos}}$
	Fração dos lucros obtidos de produtos ecológicos		$\frac{\text{Lucros obtidos de eco - produtos}}{\text{Lucro total}}$	R\$/R\$=1
	Fração de embalagens nos produtos		$\frac{\text{Massa das embalagens}}{\text{Massa total de produtos}}$	Kg/Kg=1
	Fração de embalagens reutilizáveis		$\frac{\text{Massa de embalagem reutilizável}}{\text{Massa total de embalagens}}$	Kg/Kg=1
	Custo com embalagens		$\frac{\text{Custo das embalagens}}{\text{Produção}}$	R\$/UP
	Quantidade específica de resíduos sólidos		$\frac{\text{Massa específica por tipo de resíduo sólido}}{\text{Produção}}$	Kg/UP
	Fração de reciclagem		$\frac{\text{Massa de resíduos sólidos reciclados}}{\text{Massa total de resíduos sólidos}}$	Kg/Kg=1

Indicadores de sustentabilidade (continuação).

Indicadores Ambientais	Saída	Fração de disposição	$\frac{\text{Massa de resíduos sólidos não recuperados}}{\text{Massa total de resíduos sólidos}}$	Kg/Kg=1
		Fração de resíduos perigosos	$\frac{\text{Massa de resíduos sólidos perigosos}}{\text{Massa total de resíduos sólidos}}$	Kg/Kg=1
		Fração do custo dos resíduos sólidos	$\frac{\text{Custo total dos resíduos sólidos}}{\text{Custo total da produção}}$	R\$/R\$=1
		Volume específico de águas residuárias	$\frac{\text{Volume total de água residuária}}{\text{Produção}}$	m ³ /UP
		Fração em massa de poluentes específicos	$\frac{\text{Massa de carga poluidora (P, N, DBO, etc)}}{\text{Produção}}$	Kg/UP
		Concentração de poluentes na água residuária	$\frac{\text{Massa de poluentes}}{\text{Volume de água residuária}}$	Kg/ m ³
		Fração de custo com águas residuárias	$\frac{\text{Custo total com águas residuárias}}{\text{Custo total da produção}}$	R\$/R\$=1
		Fração de gases do efeito estufa	$\frac{\text{Massa total de equivalentes de CO}_2}{\text{Massa total de produtos}}$	Kg/Kg=1
		Intensidade de gases do efeito estufa	$\frac{\text{Massa total de equivalentes de CO}_2}{\text{Valor total de produtos vendidos}}$	Kg/R\$
		Fração em massa de acidificação	$\frac{\text{Massa total de equivalentes de SO}_2}{\text{Massa total de produtos}}$	Kg/Kg=1
		Fração de potencial de formação de ozônio fotoquímico	$\frac{\text{Massa total de equivalentes de etileno}}{\text{Massa total de produtos}}$	Kg/Kg=1
		Fração em massa de eutrofização	$\frac{\text{Massa total de equivalentes de fosfato}}{\text{Massa total de produtos}}$	Kg/Kg=1
Indicadores Econômicos		Investimentos em desenvolvimento sustentável	Investimentos em P&D como fração das despesas da companhia	R\$
		Investimentos em proteção ambiental	Investimentos feitos pela companhia em projetos de proteção ambiental	R\$
		Reclamações específicas de consumidores	$\frac{\text{Número de reclamações}}{\text{Massa de produtos vendidas}}$	1/Kg
		Números de contratos desfeitos	Número de contratos desfeitos com fornecedores devido a discordâncias com conduta ambiental e de segurança e saúde	1
		Investimentos em capacitação de funcionários	Investimentos em desenvolvimento pessoal e profissional dos funcionários	R\$
		Melhorias sugeridas por funcionários	Número de sugestões de melhorias na qualidade, meio ambiente, sociais e segurança e saúde feitas por funcionários	1

Fonte: SANTOS (2005) modificado de KRAJNC e GLAVIC (2003).

Para GRAEDEL e ALLENBY (2002), a definição de indicadores sociais é mais difícil em relação aos indicadores ambientais por duas razões principais. A primeira porque diferentemente das questões ambientais, as questões sociais não têm o suporte de uma área específica de estudo, como as ciências ambientais e a ecologia. A segunda deve-se ao fato de questões sociais apresentarem um alto conteúdo cultural, muito maior do que questões ambientais. Essas razões impõem uma tendência de discussões sociais se tornarem ideológicas e controversas.

É difícil determinar quais indicadores são aplicáveis a uma determinada situação, uma vez que um mesmo indicador pode ser efetivo para uma companhia e não para outra. Como destacam LARSON e BROWN (1997), variações nas matérias-primas, processos, produtos, resíduos, tamanho da companhia, fornecedores, localização física e geográfica e demanda por parte dos consumidores influenciam o que precisa ser monitorado. Mesmo duas companhias que usem um mesmo indicador, terão variações no método de frequência de monitoramento, bem como nas necessidades de comunicação de desempenho. A questão-chave segundo os autores é: *“monitorar o suficiente para entender e melhorar o sistema produtivo, sem perder-se no meio de dados e análises excessivas”*.

3.6 Posto de Combustível - Definições e Classificações

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução nº273/2000 denomina e classifica estes empreendimentos da seguinte forma:

Posto Revendedor – PR: Instalação onde se exerça a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispondo de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos e equipamentos medidores;

Posto de Abastecimento – PA: Instalação que possua equipamentos e sistemas para o armazenamento de combustível automotivo, com registrador de volume apropriado para o abastecimento de equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves,

embarcações ou locomotivas; e cujos produtos sejam destinados exclusivamente ao uso do detentor das instalações ou de grupos fechados de pessoas físicas ou jurídicas, previamente identificadas e associadas em formas de empresas, cooperativas, condomínios, clubes ou assemelhados;

Instalação de Sistema Retalhista – ISR: Instalação com sistema de tanques para o armazenamento de óleo diesel, óleo combustível, querosene de iluminação, destinada a exercício da atividade de Transportador Revendedor Retalhista;

Posto Flutuante – PF: Toda embarcação sem propulsão empregada para o armazenamento, distribuição e comércio de combustíveis que opera em local fixo e determinado.

As atividades em um Posto Revendedor (PR) de combustíveis são bastante diversificadas e envolvem não só o abastecimento, mas também troca de óleo, lavagem de veículo, loja de conveniência, lanchonete e restaurante. Portanto, pode-se denominar este tipo de estabelecimento como *Posto Revendedor de Combustível Derivados de Petróleo, Álcool e Prestação de Serviços*.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT define o empreendimento como Posto de Serviço, porém, a NBR 13.786/97 classifica os empreendimentos em classes. A classe é definida pela análise do ambiente no entorno do posto de serviço, num raio de 100 m a partir do seu perímetro. O fator de agravamento neste ambiente, depois de identificado deve ser classificado no nível mais alto, mesmo que haja apenas um dos fatores desta classe.

Classe 0 – quando não possuir nenhum dos fatores de agravamento das classes seguintes;

Classe 1 – rua com galeria de drenagem de águas; galeria de esgoto ou de serviços; fossa em áreas urbanas; edifício multifamiliar sem garagem subterrânea até quatro andares;

Classe 2 – edifício multifamiliar com garagem subterrânea, com mais de quatro andares, garagem ou túnel construídos no subsolo, poço de água, artesiano ou não, para consumo doméstico (na área do posto inclusive), casa de espetáculo ou templo;

Classe 3 – hospital, metrô, atividades industriais de risco (conforme NB – 16), água do subsolo utilizada para consumo público da cidade (independente o perímetro de 100m.), campos naturais superficiais de água, destinados a abastecimento doméstico; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação esqui aquático e mergulho); irrigação; criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

3.6.1 Tipos de Combustíveis

Estão listados a seguir os principais tipos de combustíveis comercializados na região desta pesquisa, e suas principais características.

3.6.1.1 Gasolina

A gasolina é líquida, volátil, inflamável e constituída quimicamente por uma mistura complexa de mais de 400 hidrocarbonetos. É obtida da mistura de hidrocarbonetos contidos no petróleo bruto, por intermédio de destilação e também por craqueamento, ou seja, é composta de numerosos constituintes e a maior parte desses é classificada como *alifáticos* ou como *aromáticos*. Os compostos alifáticos incluem constituintes como o butano, o penteno e o octano. Os compostos aromáticos incluem compostos como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e os xilenos (BTEX). As características e especificações dos componentes da gasolina são regulamentadas pela Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2006).

O octano é um dos hidrocarbonetos presentes em qualquer tipo de gasolina e sua importância está relacionada com uma das principais propriedades do combustível, o poder antidetonante.

Os tipos de gasolina comercializados atualmente no Brasil são comum e aditivada. Em ambas, as distribuidoras adicionam um percentual de álcool anidro definido, por lei, pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento.

A gasolina aditivada difere da comum por receber das companhias distribuidoras um aditivo com características detergentes e dispersantes, que tem função de manter o motor limpo, sem agregação de depósitos, o que permite um bom fluxo de combustível e conseqüentemente um melhor desempenho. Esse tipo de gasolina é indicado para todos os veículos de injeção eletrônica ou carburador.

3.6.1.2 Álcool Combustível (Álcool etílico ou etanol)

Os álcoois são compostos orgânicos caracterizados por hidrocarbonetos saturados ou insaturados, mediante ocorrência de um ou mais átomos de carbono com uma ou mais hidroxilas (OH). São classificados em monovalentes, bivalentes, etc., dependendo da quantidade de hidroxilas. Atualmente, o único país no mundo a usar álcool como combustível para automóveis (AEHC) é o Brasil, sendo também utilizado como aditivador da gasolina para aumentar a octanagem, substituindo com vantagens o chumbo tetraetila (proibido em vários países).

Possui duas formas principais:

- Álcool Etílico Hidratado Carburante – AEHC (álcool+água);
- Álcool Etílico Anidro Carburante – AEAC (álcool+gasolina);

O único país do mundo a utilizar o Álcool Anidro (AEAC) como combustível para automóveis, assim como acontece com o Álcool Hidratado, é o Brasil. Na América do Norte, o álcool misturado à gasolina é conhecido como gasolina oxigenada. Apresenta comportamento de solvente (aumento da solubilidade da gasolina em água). Esta propriedade aumenta o impacto ambiental de derramamento ou vazamento da mistura álcool-gasolina (GUIGUER, 1993 apud MARQUES et al, 2005).

3.6.1.3 Óleo Diesel

O óleo diesel é composto principalmente por hidrocarbonetos alifáticos, formado principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e baixas concentrações de enxofre, nitrogênio e oxigênio. Produto inflamável, tóxico, volátil e ligeiramente mais denso do que a querosene, destila na faixa de 250 à 400°C (ANP, 2006).

3.6.1.4 Biodiesel

De acordo com a Lei do Petróleo (9.478/97):

“**Art. 6º.** Para os fins desta Lei e de sua regulamentação, ficam estabelecidas as seguintes definições:

XXV - Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

3.6.1.5 Gás Natural Veicular

De acordo com a Lei do Petróleo (Lei 9.478/97):

“**Art. 6º.** Para os fins desta Lei e de sua regulamentação, ficam estabelecidas as seguintes definições:

II - Gás Natural ou Gás: todo hidrocarboneto que permaneça em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, incluindo gases úmidos, secos, residuais e gases raros;”

O Gás Natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves que, à temperatura ambiente e pressão atmosférica, permanece no estado gasoso. O Gás Natural Veicular é constituído predominantemente por metano com teor mínimo de 87%. Por não possuir enxofre em sua composição, o Gás Natural não lança compostos sulfurosos na atmosfera em sua queima, deixando de contribuir desta forma com a formação da chuva ácida quando em contato com a umidade atmosférica.

Na natureza, ele é encontrado acumulado em rochas porosas no subsolo, frequentemente acompanhado por petróleo, constituindo um reservatório.

A queima do Gás Natural é uma das mais limpas conhecidas, com emissão muito baixa de monóxido de carbono, podendo ser uma boa opção de combustível a ser utilizado em centros urbanos.

3.6.2 Lubrificantes

Segundo MARQUES e outros (2005), lubrificantes, sintéticos ou não, apresentam cerca de 2,5% de derivados de petróleo. São empregados em fins automotivos ou industriais, e após o período de uso recomendado pelos fabricantes dos equipamentos, deterioram-se parcialmente formando compostos como ácidos orgânicos, aromáticos polinucleares, potencialmente carcinogênicos. Contém elevados níveis de hidrocarbonetos e metais pesados, sendo os mais representativos: Chumbo (Pb), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Cádmio (Cd).

3.6.2.1 Óleo Lubrificante

Conforme Resolução CONAMA N° 9/1993, o óleo lubrificante é um produto formulado a partir de óleos lubrificantes básicos e aditivos. Pode ser de origem mineral (derivado de petróleo) ou sintética (derivado de vegetal ou de síntese química).

Uma das principais diferenças entre um óleo novo e um óleo usado, e que confere o seu caráter de resíduo perigoso, é a presença de metais pesados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA). O óleo usado contém normalmente grandes quantidades de Pb, Zn, Ca, Ba, e quantidades menores de Fe, Na, Cu, Al, Cr, K, Ni, Sn, B e Mo. O popular “óleo queimado” é mundialmente considerado como produto maléfico ao meio ambiente e à saúde pública, estando inserido na “Classe I dos Resíduos Perigosos”, por apresentar toxicidade, conforme a norma da ABNT, NBR 10.004 e a Resolução CONAMA nº 362/2005. Constitui crime ambiental não só o descarte em local inapropriado como também comercializar, fornecer, transportar, queimar ou dar destino que não seja reciclagem através do re-refino.

Segundo a Resolução CONAMA 362 (2005), todo o óleo lubrificante usado ou contaminado será obrigatoriamente recolhido e terá uma destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o meio ambiente. Ficam proibidos quaisquer descartes de óleo usado em solos, águas superficiais, subterrâneas, no mar territorial e em sistemas de esgoto ou evacuação de águas residuais.

Ainda, segundo a Resolução citada, o óleo poderá ser regenerado, podendo ser reutilizado como matéria-prima, através do re-refino por empresa especializada e credenciada junto à ANP.

Outra problemática que gira em torno deste produto é a questão do descarte para o meio ambiente dos frascos plásticos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), utilizados como embalagens de óleo lubrificante e, portanto, contaminados com óleos lubrificantes e aditivos.

3.6.2.2 Graxa

É um lubrificante fluido espessado por adição de outros agentes, formando uma consistência “gel”. Tem a mesma função do óleo lubrificante, mas com consistência semi-sólida para reduzir a tendência do lubrificante a fluir ou vaziar (ANP, 2006).

3.6.3 Lavagem de Veículos

Muitos postos de combustíveis realizam atividade de lavagem/ducha de veículos. Para realizar tal atividade utilizam produtos químicos, que podem ser muito perigosos. Tais produtos podem causar corrosão dos automóveis, bem como danos graves à saúde humana e também ao meio ambiente. De acordo com informações obtidas através da indústria química ALQUIMIS (2009), os principais produtos utilizados são:

3.6.3.1 Desengraxante de Chassis

O desengraxante de chassis é um composto químico de alto poder de limpeza, conhecido com a denominação mercadológica de Solupan. Formulado para fazer com eficácia a limpeza de graxas, óleo e fuligem armazenada em chassis e carrocerias de automóveis, ônibus e caminhões. Pode ser aplicado também em motores e suspensões de veículos automotivos, inclusive motos. Seu pH pode variar de 0,5 a 1,5.

Por suas características químicas, recomenda-se não reutilizar sua embalagem para outros fins, evitar o contato com os olhos e utilizar luvas durante o uso. Em caso de pulverização utilizar óculos e máscara. Evitar também contato com produtos alcalinos, pois causa reações químicas liberando calor.

Composição química: Tensoativo aniônico, ácido fluorídrico, ácido muriático, corante e solvente.

Componente ativo: Ácido dodecil benzeno sulfônico

3.6.3.2 Desengraxante de Motores

Produto conhecido com a denominação mercadológica de Metassil ou LM, é um desengraxante de alto poder de limpeza. Formulado para atuar com eficácia na limpeza de graxas, óleos e fuligens armazenadas em motores de automóveis, caminhões, motocicletas e máquinas industriais em geral. Também costuma ser utilizado nas partes laterais baixas dos veículos, para remover a sujeira pesada. Seu pH é aproximadamente entre 12 e 13.

Recomenda-se evitar o contato do LM com produtos ácidos, além de não reutilizar suas embalagens e sempre utilizar luvas, e, em caso de vaporização proteger-se com luvas e máscaras.

Composição química: Lauril éter sulfônico de sódio, tensoativo aniônico, água, corantes, espessantes, conservantes, silicatos, resina acrílica, hidróxido de sódio

3.6.3.3 Xampu Automotivo

Detergente automotivo concentrado, utilizado para limpar e dar brilho às latarias de automóveis, caminhões, ônibus e motocicletas, sem agredir a pintura. Tem pH próximo de 8.

Composição Química: Tensoativo aniônico, alcalinizante, amida, lauril sulfato de sódio, espessante, conservante, resina opalescente, corante e veículo.

3.6.3.4 Renovador de Pneus

Produto desenvolvido para aplicação em pneus e tapetes emborrachados. Sua utilização evita o ressecamento renovando a superfície onde é aplicado. Pode ser aplicado em qualquer superfície de borracha, como: pneus, borrachas dos vidros e das portas, laterais dos veículos e tapetes emborrachados. Pode ser usado também em objetos de couro e curvim em geral.

Composição Química: Emulsão de silicone 30%, glicerina bi-destilada, conservante, corante e veículo.

3.6.3.5 Cera automotiva

Indicada para automóveis, motos, carrocerias em geral, eletrodomésticos, barcos, etc. Possui silicone e polímeros que permitem produzir um brilho imediato na pintura e uma camada de proteção resistente e durável.

Material inflamável com pH próximo a 9. Usar máscara semifacial com filtros de voláteis orgânicos, luvas e óculos de segurança durante seu manuseio. Por ser parcialmente solúvel, pode permanecer nas águas afetando o ecossistema, sendo tóxico à vida aquática e podendo causar contaminação no solo e lençol freático. Sua decomposição produz gases nocivos como CO, CO₂ e NOx. (FISPQ – Maxi Rubber, 2010)

Composição Química: Cera Carnaúba, parafina, fluido de silicone, aguarrás, hidrocarbonetos parafínicos, álcool laurílico etoxilado, morfolina, ácido poliacrílico, 1,2 benzo-isotiazolin-3ona, silicato de alumínio, fragrância, óleo mineral e água.

3.6.4 A Questão Ambiental

3.6.4.1 Legislação Ambiental

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em relação ao funcionamento dos postos revendedores de combustíveis, podem ser citadas algumas legislações que se aplicam aos postos existentes no Estado de São Paulo:

- Decreto Estadual 47.400-2002:

Regulamenta dispositivos da Lei Estadual nº 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, estabelece prazo de análise dos requerimentos e licenciamento ambiental, institui procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e o recolhimento de valor referente ao preço de análise.

- Decreto Estadual 47.397-2002:

Dá nova redação ao Título V e ao Anexo 5 e acrescenta os Anexos 9 e 10, ao Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

- Decreto Estadual 8.468-1976:

Aprova o Regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente.

- Portaria ANP 80-1999:

Estabelece o Regulamento Técnico ANP nº 003/99, anexo a esta Portaria, que especifica os óleos combustíveis de origem nacional ou importados a serem comercializados em todo o território nacional.

- Portaria ANP 81-1999:

Dispõe sobre o re-refino de óleos lubrificantes usados ou contaminados, e dá outras providências.

- Portaria ANP 116-2000:

Regulamenta o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo.

- **Resolução CONAMA 273-2000:**

Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços.

- Resolução CONAMA 319-2002:

Dá nova redação a dispositivos da Resolução CONAMA Nº 273, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços.

- Resolução CONAMA 362-2005:

Dispõe sobre o Re-refino de Óleo Lubrificante.

- Resolução SMA 05-2001:

Dispõe sobre a aplicação e o licenciamento ambiental das fontes de poluição a que se refere à Resolução n. 273, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

No presente trabalho é dada grande atenção à Resolução CONAMA n° 273, que entrou em vigor no ano de 2000, e estabelece diretrizes para o licenciamento da atividade dos postos revendedores de combustíveis, considerando que os vazamentos ocasionados por este tipo de empreendimento podem causar contaminação dos corpos de água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar, além de riscos de incêndios e explosões, e que estão ocorrendo a taxas crescentes.

De acordo com SANÇA (2006), as principais regras estabelecidas pela Resolução CONAMA n° 273/2000 para os postos de serviços são:

- Ter licença ambiental dos órgãos ambientais do Município ou do Estado onde estiver instalado para funcionar;
- Estar localizado em áreas previamente aprovadas pelo plano diretor da cidade;
- Informar ao órgão ambiental as condições e espessura dos tanques para estoque dos combustíveis;
- Dispor de mão-de-obra treinada para evitar vazamentos dos produtos;
- Indicar o local de despejo dos resíduos de óleo.

3.6.4.2 Impactos Ambientais

Segundo a Resolução CONAMA n° 01, de 23 de janeiro de 1986, art. 1°, Impacto ambiental é definido como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

De acordo com o parágrafo citado anteriormente, é possível concluir que devido às atividades, processos e produtos, os postos de combustíveis têm potencial para serem severos causadores de impactos ao meio ambiente, de tal forma que é estritamente necessária a determinação dos danos ambientais mais significativos.

Basicamente, os postos de serviços são compostos por tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis, bombas para abastecimento e boxes para troca de óleo e para lavagem de veículos. As principais fontes de contaminação nestes postos são caracterizadas por: derramamentos durante as operações de transferência do produto para os tanques; transbordamentos; vazamento no sistema devido à corrosão dos tanques e/ou das tubulações subterrâneas; falhas estruturais dos tanques, das conexões ou da tubulação; instalação inadequada (BORTOLUZZI, 2004).

Ainda segundo BORTOLUZZI (2004), a quantidade de falhas em um sistema de tanques é determinada por: idade do tanque, materiais utilizados na construção, sistemas de proteção contra corrosão e características da construção do sistema. A melhor forma de se evitar os impactos ao meio ambiente e à saúde humana é o tratamento criterioso dos problemas envolvendo derramamentos, adotando-se a prevenção como a melhor alternativa. Neste contexto, três estratégias fundamentais devem ser seguidas pelos proprietários de tanques de armazenamento subterrâneo: seleção cuidadosa dos novos equipamentos e instalações, instalação adequada dos tanques e imediata detecção dos vazamentos.

Segundo ROCHA, SILVA e MEDEIROS (2004), de uma forma geral os possíveis impactos ambientais causados pelas atividades dos postos de combustíveis são:

- Contaminação humana: pode ocorrer pela via dérmica, via respiratória e via oral. Os funcionários são susceptíveis a adquirir doenças na pele (que podem até ser carcinogênicos). Alguns postos oferecem o serviço de oficina mecânica, onde são usados vários produtos químicos tais como os componentes das tintas utilizadas nos veículos. Como os veículos são pintados em local aberto, as pessoas que transitam na área próxima à oficina são diretamente afetadas pela aspiração dos produtos químicos encontrados na tinta.
- Contaminação do solo e das águas subterrâneas: através de derramamentos de combustíveis e principalmente quando ocorrem vazamentos nos tanques subterrâneos, que dependendo da gravidade do acidente e das características do solo podem atingir o lençol freático. Isso ocasiona a contaminação da vizinhança através dos poços, que na maioria das vezes são usados como fonte de abastecimento de água para consumo humano. Devido à elevada e permanente umidade, os tanques são corroídos, provocando erosões no material, facilitando o vazamento de combustível. Também as atividades de troca de óleo, lavagem de veículos e o serviço de oficina mecânica podem levar a contaminação do solo e sistemas de tratamento de esgoto existentes.

- Incêndio: os efeitos causados pelos incêndios são bastante prejudiciais aos funcionários, clientes, proprietários, e vizinhança e podem causar vítimas fatais. Diante destes perigos, alguns cuidados devem ser tomados no manuseio dos produtos de petróleo, para evitar incêndios e riscos às pessoas.
- Resíduos: os principais tipos de resíduos perigosos classificados de acordo com as normas NBR 10.004, 10.005, 10.006 e 10.007 são o óleo usado ou contaminado, a areia contaminada com combustível, os filtros de óleo lubrificantes, de combustíveis e de ar, a borra e o combustível proveniente da caixa separadora de água e óleo, os frascos de óleo usado e as estopas usadas.

3.6.4.3 Sistemas de Gestão

A análise dos impactos ambientais (reais ou potenciais) das atividades dos postos de combustíveis é de suma importância, pois é através dela que o proprietário terá conhecimento suficiente sobre os impactos causados pelas suas atividades e operações, as ações de mitigação para reduzir e/ou eliminar estes impactos, os aspectos legais e a tecnologia desenvolvida para dar suporte às ações de mitigação. Depois que estes conhecimentos estiverem sedimentados, a alta administração do posto poderá seguir os requisitos do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) desenvolvendo sua política ambiental, traçar seus objetivos, metas, ações de melhoria contínua, enfim iniciar o importante caminho na busca pela certificação da ISO 14.001 (ROCHA, SILVA e MEDEIROS, 2004 apud SANÇA 2006).

Segundo VALLE (1995) apud SANÇA (2006) as empresas que não vêm na Qualidade Ambiental um empecilho, mas um fator de sucesso para se posicionarem no mercado, têm nas normas ISO 14.000 a oportunidade para se valorizarem internacionalmente.

A figura 3 mostra as mudanças que ocorrem em uma empresa através da conscientização ambiental.

A ISO 14.000 e suas subséries, assim como outras normas semelhantes, estabelecem as diretrizes básicas para a implementação de um sistema de gestão ambiental, o qual constitui um processo estruturado, genérico e completo, com o objetivo de propiciar a melhoria contínua do desempenho em relação ao meio ambiente. Sua simples adoção não implica que todos os problemas de natureza ambiental de uma empresa estejam resolvidos; faz-se necessário um processo contínuo de acompanhamento e manutenção do mesmo, por meio de

revisões, análises e avaliações periódicas dos procedimentos instituídos, viabilizando a identificação de oportunidades de melhorá-lo sempre.

Figura 3: Mudanças na empresa através da conscientização ambiental.

Fonte: VALLE (1995) apud SANÇA (2006).

Segundo RIBEIRO e GRATÃO (2000), a implementação total, parcial ou gradativa das normas ambientais pelas companhias dependerá das políticas ambientais adotadas, da natureza das suas atividades, potencial de produção de poluição e distribuição deste entre as áreas internas, porte da organização e condições financeiras. Esse conjunto de fatores é que definirá o nível de detalhamento e complexidade do sistema de gestão ambiental, a amplitude da documentação e os recursos necessários.

Existe, portanto, a necessidade de investimento para capacitação da mão-de-obra nos vários níveis envolvidos e para a aquisição de tecnologias adequadas. A decisão de investimentos envolve as áreas operacional, econômica e financeira

Na questão relativa a vazamentos de combustíveis envolvendo as empresas distribuidoras e revendedoras, a adequação às normas exige a imediata substituição dos equipamentos corroídos, a conscientização do risco inerente ao negócio e do tempo máximo

de utilização do equipamento, tanto para os atuais proprietários como para os novos que ingressarem no mercado.

A norma ISO 14.000 não define critérios específicos de desempenho ambiental, mas discrimina os requisitos norteadores da formulação de políticas e objetivos, quanto aos aspectos ambientais controláveis ou passíveis de serem influenciados, visando atender às especificações legais e propiciar informações sobre os impactos ambientais de natureza relevante, aplicáveis às empresas que objetivam:

- a) implementar, manter e aprimorar um sistema de gestão ambiental;
- b) assegurar-se de sua conformidade com sua política ambiental definida;
- c) demonstrar tal conformidade a terceiros;
- d) buscar certificação/registro do seu sistema de gestão ambiental por uma organização externa;
- e) realizar uma auto-avaliação e emitir autodeclaração de conformidade com esta Norma.

A ANP determina que os postos de combustíveis monitorem seus estoques diariamente e enviem laudo à referida agência. Com o cumprimento desta determinação, os parâmetros da ISO 14.000 ficam satisfeitos.

3.6.4.4 Equipamentos e Sistemas de Controle

De acordo com SANÇA (2006), existem alguns recursos tecnológicos que permitem uma gestão ambientalmente correta, evitando vazamentos, nos postos de combustíveis:

1. Tanques de parede dupla - são tanques cilíndricos horizontais construídos de aço carbono, envoltos em outro tanque de material não metálico, com um interstício entre os dois tanques, permitindo assim que, se houver um furo por corrosão no tanque de aço, o produto fique contido no tanque externo evitando o escoamento do produto para o solo. Esses tanques novos possuem grandes câmaras de calçada, as quais possibilitam o acesso à boca de visita e a visualização das suas tubulações, que devem ser de material impermeável para evitar rupturas por torções. Qualquer vazamento ocorrido nas tubulações deverá ser contido no interior da

câmara. Convém esclarecer que devem ser realizados testes para averiguar a estanqueidade dos mesmos, imediatamente após a sua instalação e antes de serem colocados em uso.

2. Tubulações de polietileno de alta densidade - devido a sua alta resistência e por não sofrer processo de corrosão, evitam o vazamento de produtos. Contudo, são flexíveis para absorver os impactos e adaptar-se à movimentação do piso e do solo.

3. Válvula de retenção junto à bomba de abastecimento - válvula de retenção deve ser instalada junto à sucção de cada bomba da unidade de abastecimento. Em caso de qualquer perfuração na tubulação que interliga o tanque do posto até a bomba de abastecimento o produto escoará diretamente para o tanque, evitando contaminação.

4. Descarga selada – evita o derramamento de produto durante a descarga dos caminhões-tanques para os tanques dos postos. A mangueira do caminhão-tanque deve ser conectada diretamente no bocal do tanque do posto.

5. Câmaras de contenção de descarga - São caixas impermeáveis instaladas no bocal de descarga do tanque. Evitam eventuais vazamentos que possam ocorrer durante a descarga de produto para o tanque do posto.

6. Câmaras de contenção sob as bombas de abastecimento - são caixas de contenções impermeáveis instaladas sob as bombas para conter eventuais vazamentos que possam ocorrer nas manutenções das bombas de abastecimento.

7. Câmaras de contenção de tanques - são equipamentos instalados junto à boca de visita dos tanques subterrâneos para conter eventuais vazamentos que venham a ocorrer na tubulação conectada ao tanque do posto.

8. Sistemas de monitoramento de tanque - são equipamentos que devem ser instalados junto à boca de visita dos tanques subterrâneos para conter eventuais vazamentos que venham a ocorrer na tubulação conectada ao tanque do posto.

9. Piso impermeável - toda área de abastecimento de veículos deve ser construída de concreto usinado, bem como sobre a área onde os tanques são instalados. As trincas ou afundamentos existentes no piso das pistas de abastecimento do estabelecimento, quase sempre, são reflexos do esforço mecânico imposto pela circulação de veículos no local, principalmente, caminhões e carretas. Nestas condições, as tubulações e tanques subterrâneos estão sujeitos aos efeitos da vibração e da movimentação do solo, podendo gerar rupturas, principalmente nas conexões, sendo que este fato ocorre, com maior frequência, em postos

localizados em rodovias. Sinais de reformas existentes no piso, quase sempre são resultantes de reparos em linhas ou tanques, em razão da ocorrência de vazamentos. O material constituinte do piso é um fator importante, pois, embora não seja tão freqüente, ainda são encontrados postos e sistemas retalhistas de combustíveis não pavimentados ou mesmo construídos com blocos de concreto, asfalto ou paralelepípedos, os quais permitem que, durante as operações de descarregamento ou de abastecimento dos produtos, qualquer vazamento superficial de combustível se infiltre no solo.

10. Canaleta de conecção na projeção da cobertura - as canaletas ao redor da pista de abastecimento e da área de lavagem possuem a finalidade de conter eventuais derramamentos ocorridos durante as operações de abastecimento ou de descarga dos combustíveis, bem como receber efluentes da lavagem de veículos, e direcioná-los por tubulação até a caixa separadora de água e óleo individual. Os postos de revenda, em sua grande maioria, não atendem a esse critério técnico e direcionam as canaletas para a via pública. Desta forma, os produtos extravasados acumulam-se nas calçadas e ao longo das sarjetas e atingem, rapidamente, as galerias de águas pluviais ou de esgotos, gerando atmosferas inflamáveis em seu interior e poluindo o ambiente.

11. Caixa separadora água/óleo - utilizada para separar produtos imiscíveis em água. São caixas subterrâneas com dois compartimentos, sendo um de decantação da água e outro de flutuação dos óleos, divididos por uma parede intermediária aberta na sua parte inferior, normalmente construídas em alvenaria. Tais caixas estão sujeitas à ocorrência de trincas ou mesmo extravasamento por excessivo acúmulo de resíduos. Atualmente, já existem separadores de água e óleo confeccionados em fibra de Poliéster, Polietileno ou outros produtos similares, que impedem as infiltrações de óleo ou água contaminada no solo. Uma boa maneira para aumentar a eficiência dos separadores de água e óleo, é a instalação de mais de um compartimento de decantação e separação das fases líquidas da água e dos óleos, depurando, ao máximo, a mistura. Os separadores devem ser esvaziados e limpos com freqüência, evitando-se o acúmulo de sólidos em suspensão e borras na caixa de sedimentação.

12. Câmara de contenção sob o filtro - são caixas e bandejas de contenções impermeáveis instaladas sob os filtros para conter eventuais vazamentos que possam ocorrer durante alguma manutenção.

3.7 Funilarias e Pintura automotiva- definições e classificações

Este tipo de atividade é caracterizado por ser uma prestação de serviços de reparos e consertos na carroceria (estrutura de chapa metálica) de veículos automotores, tais como: remoção de pontos de ferrugem, desamassamento, pintura, lanternagem, dentre outros.

As principais atividades realizadas em uma funilaria e pintura foram descritas por OLIVEIRA e FERREIRA (2008), que consideram funilaria e pintura separadamente, devido ao fato de utilizarem materiais distintos.

Segundo o autor, a funilaria tem por função recuperar peças danificadas em acidentes, trocar peças sem possibilidade de recuperação, proporcionando ao cliente o conforto de ter o seu veículo em condições normais de uso no menor tempo e com a maior perfeição possível. A execução destas funções inerentes à funilaria causa inevitavelmente danos à pintura do veículo, tendo assim que ser acabados em outro setor.

As principais atividades em uma funilaria estão mostradas no Quadro 2.

Quadro 2: Identificação de atividades e recursos de funilaria.

<i>Atividades</i>	Recursos
Preparação de Ferramentas	Mão de obra, ferramentas
Desmontagem	Ferramentas específicas de desmontagem/montagem, mão-de-obra de um auxiliar de funileiro
Recuperação ou troca de peça danificada	Ferramentas específicas de funilaria, solda oxigênio, solda mig, mão-de-obra de funileiro.
Lixamento	Mão de obra de funileiro, lixa ferro nº 50
Aplicação de massa corretiva	Mão-de-obra de auxiliar de funileiro, massa especial para cobertura de defeitos.
Lixamento fino	Mão de obra de funileiro, lixa ferro nº 80
Montagem (ocorre após a pintura)	Ferramentas específicas de montagem, mão-de-obra de funileiro e auxiliar.

Fonte: OLIVEIRA e FERREIRA (2008).

A pintura é a etapa seguinte ao processo de funilaria. Todo o acabamento final das peças recuperadas ou trocadas pela funilaria é acabado no setor de pintura. O acabamento é de precisão com o objetivo de se aproximar ao máximo das características originais do veículo.

As principais atividades do setor de pintura estão mostradas no Quadro 3.

Quadro 3: Identificação de atividades e recursos de pintura.

<i>Atividades</i>	<i>Recursos</i>
Correção precisa de defeitos da funilaria.	Massa Poliéster, lixa 220, mão-de-obra de auxiliar de pintura
Aplicação de primer para pré-cobertura da peça a receber pintura.	Compressor, pistola de pintura, primer, mão-de-obra de pintor.
Correção com massa rápida.	Massa Rápida, cerelóides
Lixamento do excesso	Lixa d'água 320, água, mão-de-obra.
Preparação de tinta.	Tinta, catalisador, mão-de-obra de pintor.
Acerto de tonalidade da tinta	Bases primárias de tinta, mão-de-obra de pintor.
Pintura	Compressor, pistola de pintura, cabine de pintura, mão-de-obra de pintor.
Secagem da tinta	Cabine de pintura
Preparação de verniz	Verniz, catalisador, mão-de-obra do pintor.
Aplicação de verniz	Compressor, pistola de pintura, cabine de pintura, mão-de-obra de pintor.
Secagem do verniz	Cabine de pintura
Polimento de peça repintada	Massa para polir, politriz, flanela de polimento, estopa, cera auto-brilho.

Fonte: OLIVEIRA e FERREIRA (2008).

3.7.1 Principais Materiais Utilizados

Os principais materiais utilizados em uma funilaria e pintura são: lixas de diversas granaduras (320, 360, 400, 600, 800, 1000, 1200), Primer universal, tintas, verniz, estopa, fita crepe, solventes, pincéis, jornal e material de proteção. Alguns destes estão descritos a seguir.

3.7.1.1 Tintas

A Revolução Industrial teve um importante papel no desenvolvimento e amadurecimento do processo de fabricação de tinta. Com o surgimento dos equipamentos mecânicos, a produção de tinta, antes um processo manual e personalizado, industrializa-se, permitindo a produção em larga escala para abastecer um mercado, embora embrionário, bastante promissor.

O século XX colocou a disposição das indústrias uma série de inovações tecnológicas que, pouco a pouco, automatizariam o processo de fabricação. Ainda neste século, a ciência progrediu consideravelmente, o que contribuiu bastante para que a tinta chegasse ao patamar de excelência em que atualmente se encontra.

Tinta é uma composição líquida, geralmente viscosa, constituída de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante líquido que, ao sofrer um processo de cura quando estendida em película fina, forma um filme opaco e aderente ao substrato.

A função do solvente é manter as partículas da tinta em suspensão e proporcionar a viscosidade adequada para a aplicação. O solvente evapora após a aplicação, deixando somente o pigmento polimerizado sobre a superfície pintada.

Composição Química: basicamente pigmento, veículo ou aglutinador, solvente ou redutor e aditivo.

O pó colorido presente na mistura que constitui a tinta é denominado pigmento. O líquido que contém o pigmento e o torna fácil de espalhar é chamado de veículo ou aglutinador.

- **Pigmentos** - São divididos em dois principais: base e inerte. Pigmentos base dão cor à tinta. Compostos de metais como o chumbo, já foram muito usados na fabricação de pigmentos bases. Atualmente, os fabricantes de tintas empregam sintéticos (substâncias artificiais) para a maioria dos pigmentos bases. Os pigmentos inertes são materiais, como carbonato de cálcio, argila, silicato de magnésio, mica ou talco, que conferem maior durabilidade à tinta.

- **Veículos ou Aglutinadores** - Como o próprio nome diz, servem para aglutinar (unir) as partículas de pigmentos. Os veículos ou aglutinadores incluem óleos, vernizes, látex e resinas naturais e sintéticas. Por exemplo, um veículo de látex é obtido através da suspensão de partículas de resina sintética em água. Essa suspensão é chamada de emulsão. Tintas que utilizam esses veículos são denominadas tintas látex, ou emulsão. Quando um veículo entra em contato com o ar, seca e endurece. Essa ação transforma a tinta em uma película rígida que retém o pigmento sobre a superfície.
- **Aditivos** - Aditivo é uma substância que, adicionada às tintas proporciona características especiais às mesmas ou melhorias nas suas propriedades. Existe uma variedade enorme de aditivos usados na indústria de tintas e vernizes: secantes, anti-sedimentares, niveladores, anti-pele, antiespumante, dentre outros.

3.7.1.2 Solventes

São adicionados à tinta para torná-la mais fluida. Algumas tintas são classificadas de acordo com o solvente. As tintas de látex, por exemplo, são diluídas em água e são chamadas tintas à base de água. Tintas insolúveis em água requerem solventes orgânicos, como subprodutos de petróleo. Essas tintas são denominadas à base de solvente. Cabe ressaltar que Thinner significa "solvente" em inglês e, portanto, pode ser qualquer tipo de solvente, até mesmo a água, dependendo do tipo da tinta em questão.

Assim, por exemplo, *Enamel Thinner*, significa "Solvente para Esmalte Sintético", ou seja, pode ser aguarrás ou terebentina, dependendo do fabricante. *Acrylic Paint Thinner*, significa "Solvente para Tinta Acrílica", sendo este geralmente à base de álcool isopropílico e, pode ser usada água como substituto.

No Brasil, a palavra "thinner" costuma ser usada, erroneamente, para designar unicamente o solvente para tintas automotivas (Duco ou Sintética), como se Thinner fosse um tipo de solvente, o que não é verdade. Tecnicamente, o nome correto adotado pelas indústrias de tinta nacionais é "Redutor", o que pode ser observado em qualquer embalagem do produto (BATISTA, 2010).

Trata-se de produto inflamável com toxicidade dos vapores. Deve-se atentar para nunca tentar cortar a embalagem, mesmo quando lavada, pois uma faísca ocasionada pelo

corte pode causar uma forte explosão. Usar máscara com filtros de voláteis orgânicos, luvas, óculos de segurança, avental de PVC e sapato de segurança.

Composição Química: basicamente tolueno, etanol, MEK, butil glicol e acetato amila (FISPQ – GOL QUÍMICA, 2010).

3.7.1.3 Lixas

Conhecidas também como abrasivos revestidos, as lixas são ferramentas utilizadas nos mais variados tipos de aplicações, sendo indispensável na maioria das indústrias. Com uma grande variedade de formatos, tamanhos e granulometrias as lixas são utilizadas desde os processos de desbaste até o acabamento final (polimento).

Em geral, servem para deixar a superfície a ser tratada com um mínimo de rugosidade necessária à aderência da tinta ou para eliminar o excesso de rugosidade. Devem ser usadas sempre com água e na granadura certa para cada serviço, lembrando que, quanto maior o número, mais fina a granadura. Logo, uma lixa 1200 mais parece uma folha de papel áspera, enquanto uma lixa 320 é bem mais granulada e pode arrancar a pele. Para pequenos retoques pode-se dispensar a água. Cabe ressaltar que a lixa desgasta a superfície plástica rapidamente e pode deformá-la permanentemente, portanto, precisa ser usada com cautela para não danificar pequenas partes plásticas. Mas, se isso ocorrer, a saída é retificar o defeito usando-se massa plástica rápida, um produto usado em chapeação de veículos e consertos de móveis.

Composição Química: basicamente óxido de alumínio e resina (ALCAR, 2010).

3.7.1.4 Massa acrílica

Utilizada na reparação de veículos, é indicada para eliminar pequenas imperfeições, porosidades ou arranhões, sobre a superfície a ser repintada. Produto aplicado com o auxílio de um celulóide (aplicador manual). Apresenta alto poder de enchimento, secagem rápida, ótimo lixamento, não mapeia e fácil aplicação. É conhecida também como massa de vedação. Trata-se de material inflamável que, por ser insolúvel, permanece nas águas afetando o ecossistema, além de não ser totalmente degradável. Grandes quantidades podem contaminar o lençol freático. Vapores do produto podem causar incômodo ao bem estar, é tóxico à vida aquática e pode causar contaminação no solo e lençol freático. Para trabalhar com esse

produto deve-se usar máscara semifacial com filtros de voláteis orgânicos combinado, luvas e óculos de segurança (FISPQ – MAXI RUBBER, 2010).

Composição Química: Caulim, talco e tolueno.

3.7.1.5 Primer universal

O Primer universal, também conhecido como fundo universal, é aplicado sobre a chapa metálica para que a tinta tenha aderência. A adesão da tinta à superfície é um processo químico, no qual elementos presentes na tinta, fundamentalmente o solvente, se fundem com um elemento que é aplicado sobre a superfície, formando o fundo. Este elemento é o Primer, ou fundo. Sua aplicação em chapa nua é necessária e imprescindível, porque a tinta não adere à chapa metálica pura.

Existem vários tipos de Primer, um para cada material, como, por exemplo, alumínio, aço galvanizado, metais não ferrosos, e também para a tinta que será aplicada, como, por exemplo, laca nitrocelulósica (duco), base poliéster, esmalte sintético, etc.

Trata-se de material inflamável que, por ser insolúvel, permanece nas águas afetando o ecossistema, além de não ser totalmente degradável. Grandes quantidades podem contaminar o lençol freático. Vapores do produto podem causar incômodo ao bem estar, é tóxico à vida aquática e pode causar contaminação no solo e lençol freático. Para trabalhar com esse produto deve-se usar máscara semifacial com filtros de voláteis orgânicos combinado, luvas e óculos de segurança (FISPQ – Maxi Rubber, 2010).

Composição Química: Acetato butila, acetato de etila, álcool, tolueno, xileno, e nitrocelulose.

3.7.1.6 Verniz

O verniz é utilizado sobre base de poliéster, em repinturas gerais, peças e retoques, proporcionando excelente brilho e ótima resistência a intempéries. Produto aplicado com o auxílio de pistola de pintura.

Para cores sólidas usa-se o verniz comum para pintura. Para cores metálicas, feitas com tinta base poliéster, usa-se o verniz bi-componente. Sua aplicação é feita logo após a tinta, aplicando-se primeiro uma camada fina e em seguida uma camada mais consistente. A secagem completa leva cerca de 24 horas.

Trata-se de material inflamável que, por ser insolúvel, permanece nas águas afetando o ecossistema, além de não ser totalmente degradável. Grandes quantidades podem contaminar o lençol freático. Vapores do produto podem causar incômodo ao bem estar, é tóxico à vida

aquática e pode causar contaminação no solo e lençol freático. Deve-se usar máscara semifacial com filtros de voláteis orgânicos combinado, luvas e óculos de segurança para trabalhar com esse produto (FISPQ – MAXI RUBBER, 2010).

Composição Química: Acetato de butila, xileno, nitrocelulose e resina acrílica.

3.7.1.7 Estopa, fita crepe e jornal

A estopa é utilizada para limpeza e polimento das peças.

A fita crepe, ideal para mascaramento, ou seja, para isolar partes que não serão pintadas, deve possuir alto poder de adesão e suportar até 100°C sem soltar a cola. Deve ser exclusivo para uso automotivo, em cabines de pintura e estufas.

O jornal é utilizado para proteção do piso e outras superfícies que não serão pintadas.

3.7.2 Riscos existentes

A avaliação do risco e a indicação do EPI (equipamentos de proteção individual) mais adequado é um trabalho que exige conhecimento legal e técnico para a análise dos principais riscos, que podem ser observados a seguir:

3.7.2.1 Riscos físicos

- mecânicos: quedas, golpes, compressões, perfurações, cortes, vibrações e escorregadelas.
- térmicos: calor, chamas e frio.
- elétricos: choques,
- radiações: não-ionizantes e ionizantes.
- ruídos: barulho acima do suportável.
- aerossóis: poeira, fumo e névoa.

3.7.2.2 Riscos químicos

- líquidos: salpicos, projeções e imersões.
- gases e vapores: problemas respiratórios.

3.7.2.3 Riscos biológicos

- bactérias, vírus, fungos e antigênicos: problemas de pele e respiratórios.

3.7.2.4 Riscos para quem não utiliza

Para cada atividade na oficina há um EPI apropriado. Desta mesma forma, toda vez em que o equipamento de segurança não for usado, prevalece um risco sério.

3.7.3 Utilização de EPI

Os acidentes em funilaria e pintura devem ser prevenidos com a aplicação de medidas específicas de segurança. A primeira opção é uma análise da viabilidade técnica de se eliminar determinados riscos de forma definitiva. Quando isto não é possível, seja por motivo técnico ou econômico, deve-se buscar uma segunda opção, que é a tentativa de neutralizar o maior número de riscos com a implantação de EPC (equipamentos de proteção coletiva). Para os riscos que não são cobertos pelos EPC, resta a terceira opção, que é a utilização de EPI (equipamentos de proteção individual). O uso de EPI isola determinados riscos, diferentemente do uso de EPC, que os neutraliza.

São considerados EPI os dispositivos de uso individual destinados a proteger a integridade física e a saúde do trabalhador.

O Quadro 4 sintetiza os tipos de EPI que devem ser utilizados, bem como quando usar e os riscos para quem não os utiliza.

Quadro 4: Tipos de EPI para Funilaria e Pintura.

<i>Proteção para</i>	<i>Tipos de EPI</i>	<i>Quando usar</i>	<i>Riscos da não utilização</i>
Cabeça e olhos	Máscara de Solda	Em trabalhos de soldagem	Cegueira parcial ou total e impacto de partículas
Mãos	Luvas de couro e Impermeáveis	Para trabalhar com material cortante, áspero, pesado, quente e químico	Queimadura, corte, raspões e problemas com a pele
Pés	Calçados de proteção	Para trabalhar em todos os processos de funilaria e pintura	Queimadura, batidas, cortes e escoriações
Olhos	Óculos de proteção	Em trabalhos nos quais há fagulhas, impactos de estilhaços, manuseio de produtos químicos	Cegueira parcial ou total
Tronco	Avental de Couro	Em trabalhos de soldagem	Queimaduras
Respiração	Máscara de fumos de solda e vapores tóxicos	Em lugares com gases e vapores nocivos	Problemas respiratórios
Ouvidos	Protetor auricular	Em trabalhos em que o barulho é intenso	Surdez parcial ou total
Face	Protetor facial	Em trabalhos nos quais há fagulhas e impactos de estilhaços	Cegueira parcial/total e impacto de partículas
Troncos e Pernas	Macacão Tyvek	Contaminação dos vapores tóxicos	Problemas com a pele

Os EPI para as atividades de funilaria são os seguintes: máscara de solda com escurecimento automático, máscara para gases tóxicos, luvas de couro, óculos de proteção, avental e couro, protetor auricular, protetor facial, uniforme e calçados de segurança.

Os EPI para a pintura são os seguintes: máscara para vapores tóxicos com refil de filtro em carvão ativado, máscara para vapores tóxicos com carvão ativado, luva impermeável, óculos de proteção, protetor auricular, macacão Tyvek, uniforme e calçados de segurança.

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamentos de proteção individual adequados aos riscos envolvidos nas atividades, e em perfeito estado de conservação e funcionamento. Os responsáveis pela empresa, ou os chefes de oficinas, devem estar preparados para emitir instruções e fiscalizar o uso correto do EPI, de acordo com as instruções dadas pelo engenheiro, ou técnico de segurança, contratado pela empresa para a prestação deste serviço.

3.7.4. Legislação Específica para Funilaria e Pintura

Uma comissão do CB-05 (Comitê Brasileiro de Automóveis, Caminhões, Tratores, Veículos, Similares e Autopeças) apresentou, ao final de 1998, a redação final da norma ABNT que trata dos procedimentos na área de funilaria e pintura.

A norma referida é a NBR 14.284:1999 cujo título é: “Veículos Rodoviários-Carroçaria – Reparação e pintura dos componentes” e está em vigor desde 29 de Março de 1999.

Esta norma, elaborada pela Comissão de Estudo de Reparação de Funilaria e Pintura para Veículos Automotores, estabelece princípios gerais para execução de reparação, substituição parcial ou total dos elementos de carroceria e pintura, a partir das características do veículo automotor em questão. Esta norma não é aplicável a veículos automotores com carroceria de *fiber-glass* e alumínio. Todos os itens foram elaborados de forma que as rotinas de trabalho no setor de reparos em carroceria fossem englobadas pelas normas. Apenas para uma padronização técnica, as normas atendem separadamente os itens de funilaria e pintura.

3.7.4.1 Funilaria

Na área de funilaria um dos requisitos pré-definidos e recomendados é a avaliação e anotação, em ficha de controle, da classificação dos danos quando do recebimento do veículo automotor na oficina. Pela norma, os danos foram organizados em não estrutural, estrutural, leve e dano forte.

Classificação do dano em componentes metálicos:

- Dano não estrutural: é o dano que não deformou a estrutura do chassi ou monobloco.
- Dano estrutural: quando deforma a estrutura do chassi ou monobloco.
- Dano leve: é o dano que não deforma o componente em seu dimensionamento padrão, passível de reparação.
- Dano forte: quando ocorre o contrário do dano leve, neste caso, a estrutura do veículo é deformada e perde o dimensionamento padrão, sendo necessária sua substituição.

Classificação do dano em componentes não metálicos:

Tanto em danos leves, quanto em danos fortes, exige-se que os componentes de carroceria do veículo automotor sejam direcionados para a realização das seguintes operações: desmontagem, limpeza da parte afetada, alinhamento e acabamento para entrega a seção de

pintura. Em danos fortes além dos itens citados, inclui-se também a substituição da parte afetada.

3.7.4.2 Pintura

Os procedimentos na área de pintura também foram divididos em etapas que vão da preparação da superfície até o polimento final, com as seguintes ações: processo de preparação para pintura em componentes metálicos, processo de preparação para pintura em componentes não metálicos, processo de secagem em componentes metálicos e não metálicos.

3.7.5 Certificação em Funilaria e Pintura

As funilarias e pinturas podem obter uma importante ferramenta de qualidade: a Certificação IQA-CESVI Brasil, instrumento criado a partir da parceria firmada entre o IQA (Instituto da Qualidade Automotiva) e o CESVI BRASIL (Centro de Experimentação e Segurança Viária).

A certificação é feita analisando-se a capacitação técnica das funilarias por meio de um levantamento de dados realizado na própria empresa. Assim, são avaliados os tópicos considerados essenciais para a realização de um trabalho de reparação com qualidade e produtividade.

Empregando o senso de utilização, ordenação e disciplina em processos e utilização adequada de equipamentos e ferramentas, a avaliação visa desenvolver e melhorar a qualidade e a produtividade das empresas de reparação automotiva, seguindo um padrão simplificado de avaliação, instituindo conformidades segundo padrões técnicos adotados pelas diversas montadoras.

São analisados os seguintes setores:

-Gestão de oficina / Atendimento ao cliente: infra-estrutura e instalações, gestão administrativa, gestão produtiva e atendimento ao cliente

-Funilaria

-Pintura: preparação e pintura

-Estiramento de veículos

- Montagem: desmontagem e montagem

- Logística: logística interna

Em todos os quesitos, são avaliados os métodos e processos adotados (capacitação técnica dos produtivos; treinamento), bem como equipamentos, ferramentas e insumos disponíveis e efetivamente empregados na oficina (grau tecnológico).

Dentro da avaliação, as oficinas são classificadas com estrelas, em uma escala de zero a cinco, sendo que o mínimo necessário para a obtenção da Certificação IQA e da Classificação CESVI são três estrelas. No Quadro 5 está ilustrado como podem ser classificadas as empresas de funilaria e pintura.

Quadro 5: Classificação possível para uma funilaria e pintura, de acordo com os critérios de avaliação do IQA-CESVI Brasil.

<i>Nível</i>	<i>Classificação</i>
5 Estrelas.	A empresa possui recursos para ser eficiente e eficaz, pois possui um alto grau tecnológico (equipamentos e ferramentas) como também profissionais aptos na utilização de técnicas e processos empregados atualmente na reparação automotiva, proporcionando ganhos na qualidade e produtividade.
3 ou 4 Estrelas.	A empresa possui recursos para ser eficiente. Possui um nível básico de equipamentos e ferramentas, e a equipe de profissionais possui noções básicas das técnicas utilizadas na reparação automotiva. Esses requisitos garantem a realização efetiva de reparos, pontualmente e dentro dos requisitos de qualidade especificados.
1 ou 2 Estrelas.	A empresa necessita de atualização do nível tecnológico (equipamentos e ferramentas) como também atualização dos métodos e processo de trabalhos adotados (treinamento).

É importante destacar que a classificação dada à funilaria tem validade de um ano. Após este período, a empresa deve pedir nova avaliação, na qual pode confirmar seu grau de qualidade ou demonstrar que evoluiu desde a última análise.

3.8 Lava-Rápido - Definições e Classificações

Este tipo de atividade é caracterizado por ser uma prestação de serviços de lavagem e higienização de veículos automotores.

As principais atividades realizadas em estabelecimentos de lavagem de veículos, conhecidos como lava-rápido, são higienização interna, externa (incluindo-se pneus, rodas e motores), polimento e cristalização.

Empresas como estabelecimentos lava-rápido, podem representar fortes agentes poluidores visto que nem sempre seus efluentes têm composição e disposição final adequadas. Além disso, apresentam elevado consumo de água, podendo atingir um volume de 260 L por veículo (USEPA, 1980), com possíveis desperdícios.

Quanto à captação pode-se utilizar água potável da rede pública de abastecimento ou retirar água de poços, situação que pode contribuir para futuras limitações na disponibilidade de água subterrânea. Só na cidade de Campinas, segundo TEIXEIRA (2003), são aproximadamente 300 postos de combustíveis cadastrados na SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento), que retiram água de poços. Os custos com tarifas de consumo de água potável e afastamento e coleta de esgotos são crescentes. Por todas estas razões, um sistema eficiente, que permita a reciclagem de efluentes das lavagens de veículos poderia amenizar tais problemas.

Segundo ALLEN e WEBER (1978) apud TEIXEIRA (2003), é desejável, às vezes obrigatório, reaproveitar a água durante a operação de lavagem de veículos. A reciclagem de água e sabão pode ser lucrativa, possibilitando o corte de custos da água em 70% e de detergente em 90%.

A tecnologia de reciclagem de efluentes da lavagem de automóveis encontra-se avançada em outros países (ALLEN e WEBER, 1978; HART, 2001; KOO, 2001; LAUGHIN *et al.*, 2001; PRIOR, 2000; SECEROV-SOKOLOVIC *et al.*, 1992), enquanto no Brasil ainda é incipiente. É possível encontrar algumas iniciativas no país em empresas de transporte coletivo, fábrica de automóveis e postos de combustíveis.

Seria interessante viabilizar esta tecnologia de maneira a diminuir riscos de contaminação bem como custos de implantação e operação.

3.8.1. Principais Materiais Utilizados

Como mencionado anteriormente a atividade de lavagem de veículos utiliza produtos químicos, que podem ser considerados perigosos. Tais produtos podem causar corrosão dos automóveis, bem como danos graves à saúde humana e também ao meio ambiente. Os principais produtos utilizados são: Desengraxante de Chassis, Desengraxante de Motores, Xampu Automotivo, Renovador de Pneus e Cera automotiva. Esses materiais já foram descritos no item 3.6.3. Lavagem de veículos.

3.8.2. Tipos de Lavagem de Veículos

A lavagem de veículos inclui diferentes tipos e operações, cada uma com necessidades e características próprias. Variam quanto ao volume de água utilizado, carga de contaminantes e substâncias químicas nos processos de lavagem (TEIXEIRA, 2003). São divididos em três tipos:

3.8.2.1 Túnel

O veículo segue pelo interior do equipamento (túnel), passando por áreas de lavagem, enxágüe, enceramento e secagem, respectivamente. Dentro da área de lavagem, o detergente diluído em água é aplicado e a sujeira é mecanicamente removida por escovas ou jatos de alta pressão. A seguir, o veículo é enxaguado com água limpa. Finalmente, a secagem é realizada com jatos de ar. O efluente é coletado em uma vala localizada abaixo do túnel. Em alguns sistemas, a água de lavagem e de enxágüe são mantidas separadas por uma pequena barreira construída na vala. Nos Estados Unidos, este é o tipo mais comum, onde grande parte dos estabelecimentos recicla a água de lavagem e de enxágüe. No Brasil, diferentemente do túnel americano, normalmente não ocorrem o enceramento e a secagem.

3.8.2.2 “Rollover”

O automóvel fica parado enquanto a máquina de lavagem passa por ele. O equipamento é dotado de escovas em forma cilíndricas que giram em torno de seu próprio eixo. Normalmente, são três escovas, duas laterais e uma superior. O equipamento realiza movimentos para frente e para trás, cobrindo toda a área lateral e superior do carro. O efluente gerado é coletado numa vala situada abaixo do sistema.

3.8.2.3 Lavagem a jato manual

Lava-se o veículo utilizando uma mangueira com jatos de alta pressão de ar e água; ar, sabão e água alternando-os. Em alguns casos a água é coletada numa vala. É muito comum no Brasil.

Os três tipos de lavagem podem ser comparados na Tabela 3.

Tabela 3: Vazão e capacidade para diferentes processos de lavagem de veículos.

<i>Tipo</i>	<i>Capacidade (veículos/dia)</i>	<i>Volume médio (L/veículo)</i>	<i>Descarga (m³/dia)</i>	<i>Perdas (L/veículo) (evaporação e outras)</i>
Túnel	100-600 média: 250	262	75,7	7-30
“Rollover”	10-150 média: 75	112-168	11,4	7-30
Lavagem a jato manual	40-96 média: 64	*	19,9	*

Fonte: USEPA, 1980 apud TEIXEIRA, 2003.

*Estes valores são variáveis.

Cabe ressaltar que para Lavagem a jato manual, os valores de vazão e perdas são variáveis. Isso porque este sistema suporta um número de 5 a 12 carros por hora. Como o sistema não é automático, depende da maneira como cada pessoa vai utilizá-lo. Normalmente se gasta-se cerca de 75 litros de água por ciclo de lavagem. A vazão vai depender de quantos ciclos serão efetuados por carro. Normalmente é apenas um. As perdas variam muito pois, ao ser operada manualmente, a água espirra, já que o operador pode apontar a mangueira para todas as direções. As perdas são maiores quando comparadas as de outros tipos de lavagem.

3.8.3 Efluentes em Estabelecimentos Lava-rápido

Estabelecimentos lava-rápido geram efluentes que podem conter óleos e graxas, sólidos em suspensão, metais pesados, surfactantes e substâncias orgânicas. Podem conter ainda fluido hidráulico e óleo proveniente do motor e sistema de freios. Por isso sua

composição é bastante complexa, constituindo uma fonte significativa de DQO, que é a demanda química de oxigênio (TEIXEIRA, 2003).

BRAILE e CAVALCANTI (1979) afirmam que o tratamento de despejos contendo detergentes é um dos grandes problemas da engenharia sanitária. Estes compostos contêm nutrientes como fosfato e nitrogênio além de compostos fenólicos, que afetam propriedades organolépticas da água. Podem causar, para JÖNSSON e JÖNSSON (1995), formação de emulsões estáveis dificultando a sua remoção. Após seu lançamento, podem provocar a formação de espumas disformes nos corpos de água, facilitando o transporte de uma série de microrganismos, principalmente bactérias e exercendo o papel de veículo de parasitas.

As águas residuais geradas nas operações de lavagens de veículos, segundo a USEPA (1999), constituem-se, em sua grande parte de sabão, água de enxágüe e cera. Destaca que, quando não há enxágüe na parte inferior e no motor dos veículos, as concentrações de agentes desengraxantes, solventes e metais pesados, são muito baixas. Caso contrário, a concentração destes poluentes aumenta consideravelmente.

3.8.4 Legislação Específica para Lava-rápido

No Brasil, a Portaria 13/76 da SEMA e a Resolução CONAMA 20/86 tratam de padrões de qualidade das águas interiores e costeiras. A CETESB aplica a Lei n.º 997 desde 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle do meio ambiente. O artigo 18, seção II do capítulo II, estabelece condições de lançamento nas coleções de água.

Nos Estados Unidos, a USEPA (1980) elaborou limitações, critérios e padrões para efluentes da categoria de lavagens de veículos e diversos tipos de lavanderias, como mostra a Tabela 4. Análises de amostras indicaram que existem poluentes tóxicos orgânicos e inorgânicos em todas as categorias (lavagens de veículos, lavanderias). Porém, determinou-se, na época, que nenhum esforço seria realizado no desenvolvimento de regulamentações para a categoria de lavagem de veículos, pois a quantidade e a toxidez de cada poluente não justifica tal esforço. A melhor opção sugerida foi à reutilização do efluente (TEIXEIRA, 2003).

Tabela 4: Limitações para efluentes de lavagens dos veículos e lavanderias.

<i>Poluente</i>	<i>Limitações propostas (mg/L)</i>	
	Máximo em 24hr.	Média em 30 dias
SST	40	20
Cromo	0,74	0,22
Zinco	2,9	1,1
DBO	100	50
Cobre	1,5	0,93
Óleos e graxas	20	10
Chumbo	3,7	1,7

Fonte: adaptado de USEPA (1980) apud TEIXEIRA (2003).

Segundo manual elaborado pelo Departamento de Ecologia do Estado de Washington (ECOL, 1995), há quatro opções para a disposição dos efluentes de lavagem de veículos:

- 1ª opção: Fechamento de circuito com 100% de reciclagem;
- 2ª opção: Descarga no sistema municipal de esgotos;
- 3ª opção: Aplicação no solo;
- 4ª opção: Descarga em águas superficiais.

Segundo a ECOL (1995), a primeira opção é a mais recomendada. Entretanto, esta alternativa possui a desvantagem de utilizar produtos químicos para remover as partículas sólidas, gerando um lodo que necessita de disposição final. Além disso, deve ter um reservatório para armazenar a água tratada para a reciclagem. A quarta opção não é recomendada.

O impacto ambiental da lavagem de veículos atraiu muita atenção na Suécia por ter efluente com intensiva atividade química. A Organização Nacional de Fazendeiros da Suécia solicitou uma total limitação ao lançamento desse efluente em coletores que o conduzissem a estações de esgoto municipais, como requisito para o seu reuso na agricultura. As autoridades ambientais estabeleceram que os lavadores de veículos deveriam ser equipados com unidades que promovam a separação e retenção de óleo e lodo antes do lançamento (PAXÉUS, 1996 apud TEIXEIRA, 2003).

Devido à ocorrência de contaminação de fontes de águas subterrâneas por efluentes de lavagem de veículos (sem a limpeza de motor ou de peças situadas na parte debaixo da carroceria) descartados em poços. A USEPA (1999) elaborou um inventário de poluentes e regulamentações específicas em cada estado. Embora somente dois incidentes de

contaminação tenham sido confirmados, alguns estados determinam o fechamento de todos os poços destinados ao descarte deste efluente.

A USEPA (1999) recomenda ainda que o efluente deva ser descartado no sistema de esgotos. Quando isso não é possível, deve-se reciclar o máximo de água utilizando filtros, separadores de água e óleo e outras tecnologias apropriadas. A preocupação com os poluentes deste despejo, os quais causam impacto nas águas subterrâneas, é crescente em várias regiões dos Estados Unidos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentada a caracterização do município de São Carlos/SP, onde a pesquisa se desenvolveu; o método proposto para coleta de dados primários; os recursos utilizados na análise dos resíduos e a composição dos Indicadores de Sustentabilidade.

As entrevistas e aplicação dos questionários foram realizados nos três tipos de empresa em questão, ou seja, postos de combustíveis, funilarias e pinturas e estabelecimentos de lavagem automotiva (lava-rápido), todas localizadas no município de São Carlos – SP.

Cabe ressaltar que as empresas em estudo estão localizadas na zona urbana do município, com exceção de dois postos de combustíveis localizados junto a uma rodovia estadual, na zona rural, ainda no mesmo município.

4.1 São Carlos como universo de estudo

São Carlos está localizado na região central do Estado de São Paulo a uma distância de 231 quilômetros da capital. Faz divisa com 11 municípios: ao Norte-Nordeste, Luiz Antônio, a Leste com Descalvado, a Sudeste, Analândia, ao Sul limita-se com Itirapina e Brotas, a Sudoeste, Ribeirão Bonito, a Oeste estão Ibaté e Araraquara, e a Noroeste situam-se Américo Brasiliense, Santa Lúcia e Rincão.

Situada em um planalto, com área territorial de 1.132 km², sendo que 6% corresponde a área urbana. São Carlos possui dois distritos, Santa Eudóxia e Água Vermelha.

As coordenadas geográficas do município são 47° 30' e 48° 30' longitude oeste e 21° 30' e 22° 30' de latitude sul, com altitude média de 856 m. Sua área está localizada em duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a UGRHI-13 da bacia Tietê/Jacaré e a UGRHI-09 da bacia Mogi-Guaçu.

Segundo levantamento da SEADE (2010), o município tem cerca de 230 mil habitantes e crescimento médio da população equivalente a 1,99% ao ano. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município é de 0,84 (PNUD, 2010) com Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 11.950,62.

A região central do Estado de São Paulo apresenta atividades industriais e de agropecuária. São Carlos pertence ao "cinturão do leite" do Estado de São Paulo, produzindo também laranja, cana-de-açúcar, tomate, café, milho, arroz, ovos, frango e carne. A cidade é um dos pólos de alta tecnologia no Brasil, abrigando diversas indústrias instaladas (Faber Castel, Volkswagen, Tecumseh, Eletrolux, etc), das quais mais de 70 produzem itens de alta tecnologia.

A característica educacional da cidade ainda outro título: *Athenas Paulista*. São Carlos tem hoje duas universidades públicas (USP e a primeira Universidade Federal do Estado: a UFSCar), duas unidades de pesquisa da EMBRAPA, e duas faculdades particulares, contando aproximadamente 8 mil universitários e 2.500 pesquisadores.

O jornal O Estado de São Paulo, chamou São Carlos de a *Boston Brasileira* pelo vigor acadêmico, tecnológico e industrial. A "Capital da Tecnologia" se destaca dentre as cidades médias brasileiras e registra grande concentração de cientistas e pesquisadores: 1 pesquisador doutor - PhD - para cada 230 habitantes e 1 pesquisador para cada 42 habitantes.

4.2. Método proposto para coleta de dados primários

Para a realização deste trabalho foi necessário um planejamento atencioso na busca dos objetivos propostos, para que se obtivesse êxito na coleta dos dados primários.

Foi necessário, sobretudo, um levantamento bibliográfico sobre o tema proposto que abrangesse, entre outros assuntos, resíduos sólidos, desenvolvimento sustentável bem como indicadores de sustentabilidade.

Verificou-se a carência de estudos sobre resíduos sólidos em empresas automotivas que por isso foram selecionadas como empresas a serem estudadas.

A divisão por ramo de atividade foi feita, por opção, segundo a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) e disponível na Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC) sendo, neste caso, empresas em foco: Postos de Combustíveis, Funilarias e Pinturas e estabelecimentos de lavagem automotiva (Lava – Rápido).

Posteriormente, definiu-se como classificação para o porte da empresa, visto que os objetos desta pesquisa eram micro e pequenas empresas, apenas a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ou seja, pelo número de funcionários por empresa, como mostra o Quadro 6. Essa mesma opção feita por TABACZENSKI (2003) e por MARTINS (2004).

Quadro 6: Classificação das empresas.

<i>Porte das Empresas</i>	Número de Empregados
Micro	até 19
Pequeno	de 20 a 99
Médio	de 100 a 499
Grande	acima de 500

Após realização de pesquisas bibliográficas iniciais foram feitos levantamentos quanto à distribuição e localização das empresas selecionadas no município de São Carlos. Essa atividade foi desenvolvida com o apoio da Prefeitura Municipal de São Carlos, além de pesquisas utilizando a internet e listas telefônicas. Com este levantamento foi possível dar início às entrevistas com o preenchimento dos questionários propostos.

Foi elaborado um questionário específico às empresas em questão, adaptado do formulário que consta na Resolução CONAMA nº 313 de 29 de Outubro de 2002, direcionado às questões de resíduos sólidos.

Durante esta etapa, iniciaram-se também as coletas dos resíduos a serem analisados e classificados. As coletas foram realizadas segundo procedimento descrito na norma ABNT NBR-10007 (2004) para amostragem de resíduos. Para identificação de cada saco plástico com os resíduos, foi fixada uma etiqueta com um número evitando que se conhecesse o nome da empresa durante a manipulação (caracterização e classificação) de seus resíduos.

Os critérios de seleção das empresas foram os padrões encontrados. Coletaram-se amostras de empresas com melhores e piores recursos (sociais, ambientais e econômicos) visando à heterogeneidade das amostras (padrões distintos) para que assim, o trabalho pudesse ter maior representatividade possível.

Cabe ressaltar que houve cuidado maior no manuseio dos sacos coletados para que não estourassem e nem se perdessem dados. Por isso os sacos eram de material resistente, e foram duplamente embalados.

Para o manuseio dos resíduos, contou-se com a colaboração de dois estudantes de graduação em Engenharia Ambiental da EESC-USP. Assim, evidencia-se uma diferença em relação às outras metodologias testadas [(TABACZENSKI, 2003), (MARTINS, 2004)], que utilizavam mão-de-obra das próprias empresas para desenvolvimento dos trabalhos e, muitas vezes, de pessoas sem conhecimento técnico sobre resíduos.

Os resíduos foram levados ao Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento (EESC-USP), para que se fizesse adequadamente a caracterização e classificação dos mesmos. Havia duas possibilidades: os resíduos facilmente classificados ou, aqueles que precisariam análises químicas para que fossem identificados e classificados, segundo a norma ABNT NBR 10004 (2004).

A partir dos dados obtidos com visitas, questionários e classificação dos resíduos, foi possível analisar e discutir determinados indicadores de sustentabilidade das empresas em estudo.

4.3. Recursos utilizados na análise dos resíduos

Os resíduos foram classificados quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que se pudesse posteriormente propor um gerenciamento adequado dos mesmos. Essa classificação foi realizada contando com alguns recursos disponíveis que serão descritos a seguir.

4.3.1 Classificação dos resíduos sem análise química

Alguns resíduos foram classificados sem a necessidade da realização de análises químicas e sim com base em suas características físico-químicas, conforme descrito no item 4.2 da norma ABNT NBR 10004 (2004).

Aqueles que apresentaram periculosidade devido à inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade foram diretamente classificados como resíduos classe I – Perigosos.

Para aqueles que precisaram de análises químicas, foram feitos ensaios de lixiviação e solubilização.

4.3.2 Ensaios de Lixiviação

Os ensaios de lixiviação foram realizados, segundo ABNT NBR 10005 (2004), visando à obtenção de extrato lixiviado dos resíduos sólidos a fim de diferenciar os resíduos classificados pela ABNT NBR 10004 como classe I- perigosos e classe II- não perigosos.

Cabe ressaltar que lixiviação pode ser definida como sendo processo para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator.

Inicialmente picotou-se e triturou-se para o menor tamanho possível de partículas pouco mais de 30 g da amostra de resíduo.

Em seguida foi feita a determinação da solução de extração. Para isso foi necessário:

- colocar 5 g de amostra triturada num béquer;
- adicionar 96,5 mL de água deionizada, cobrir com vidro de relógio e agitar vigorosamente por 5 minutos;

- medir o pH. Se o valor de pH for igual ou menor que 5,0 utilizar a solução de extração nº1;
- se o pH for maior que 5,0, adicionar 3,5 mL de HCl 1N, homogeneizar a solução, cobrir com vidro de relógio e aquecer a 50°C durante 10 minutos;
- esfriar a solução e medir o pH. Se o valor de pH for igual ou menor que 5,0 utilizar a solução de extração nº1 e se for maior que 5,0 a solução de extração nº2.

Para os resíduos analisados utilizou-se apenas solução de extração nº1:

- 5,7 mL de ácido acético glacial, água destilada deionizada e 64,3 mL de NaOH 1 N e completar o volume de 1 L. O pH desta solução deve ser $4,93 \pm 0,05$.

Para a lixiviação foi necessário:

- pesar 25g de amostra de resíduo já triturada e colocá-la num extrator ZHE (*zero-head space extraction vessel*) de 500mL;
- adicionar a solução de extração até a borda do frasco ZHE;
- deixar o frasco ZHE em agitação por 18 horas;
- coletar o filtrado (extrato lixiviado) para análise.

Analizou-se os parâmetros do extrato lixiviado de acordo com as metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

Para classificação dos resíduos, compararam-se os dados obtidos com aqueles constantes no anexo F da ABNT NBR-10004(2004).

Tanto o ensaio de lixiviação, quanto as análises dos parâmetros foram realizados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento (EESC-USP), pela pesquisadora auxiliada pelos técnicos.

4.3.3 Ensaio de Solubilização

Os ensaios de solubilização foram realizados, segundo ABNT NBR 10006 (2004), visando à obtenção de extrato solubilizado dos resíduos sólidos a fim de diferenciar os resíduos classificados pela ABNT NBR 10004 como classe II A- não inertes e classe II B- inertes.

Para a solubilização foi necessário:

- colocar 250 g de amostra de resíduo já triturada em frasco de 1500 mL;
- adicionar 1 L de água destilada deionizada e agitar por 5 minutos;
- tampar o frasco com filme plástico e deixar em repouso por 7 dias em temperatura até 25°C;
- filtrar a solução primeiramente com filtro de papel e funil e depois à vácuo;
- coletar o filtrado (extrato solubilizado) para análise;
- determinar o pH do extrato solubilizado.

Analisaram-se os parâmetros do extrato solubilizado de acordo com as metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

Para classificação dos resíduos, compararam-se os dados obtidos com aqueles constantes no anexo G da ABNT NBR-10004(2004).

Tanto o ensaio de solubilização, quanto as análises dos parâmetros foram realizados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento (EESC-USP), pela pesquisadora auxiliada pelos técnicos.

A Figura 4 mostra o fluxograma da metodologia utilizada para a classificação dos resíduos coletados.

Figura 4: Metodologia para classificação dos resíduos.

4.3.4 Análises de água residual

Foram realizadas análises de água residual para se ter uma noção da eficiência de inovações encontradas no gerenciamento de resíduos. Essas análises foram realizadas para um estabelecimento de cada tipo de empresa em questão, ou seja, um posto de combustível, uma funilaria e um lava-rápido.

Em dois dos postos de combustíveis visitados foi encontrada estação de tratamento de esgoto (ETE). Isso porque ambos estão localizados fora da zona urbana, numa rodovia. Não tendo então como descartar suas águas residuais diretamente na rede pública de esgoto, precisam cumprir certas exigências da CETESB para lançarem suas águas diretamente no rio próximo. Apenas um destes estabelecimentos permitiu que fossem coletadas amostras antes e depois da ETE.

Em uma funilaria foi encontrado um tipo de tanque com água utilizado para fazer a lavagem do ar que saía da cabine de pintura, com o intuito de se fazer lavagem de partículas, impedindo-as de se propagarem no ar externo à cabine. Neste tanque, depois de decantadas, as partículas eram retiradas e a água descartada diretamente no solo no quintal. Uma amostra dessa água foi coletada para análise.

Em um lava-rápido foi encontrado um tipo de sistema para água residual com três caixas separadoras ao longo da tubulação, com o intuito de filtrar a água a partir da decantação de resíduos, favorecida pelo desnível encontrado no interior da caixa. A água residual passa pela caixa 1, caixa 2 e por último pela caixa 3, e só então vai para o esgoto. Foram feitas algumas análises da água da primeira e da terceira caixa.

Os parâmetros analisados foram pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e óleos e graxas de acordo com as metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

Compararam-se os dados obtidos com aqueles considerados adequados segundo o artigo 18 do Decreto 8.468 (1976), atualizado pelo Decreto 54.487 de 2009, da CETESB.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento (EESC-USP), pela pesquisadora auxiliada pelos técnicos.

4.4. Composição dos Indicadores de Sustentabilidade

Com base no tratamento de dados obtidos via entrevistas, questionários e análise de resíduos, foi possível determinar alguns indicadores que refletissem o nível de sustentabilidade das empresas em questão.

Para a composição dos possíveis indicadores foram elaboradas tabelas e gráficos com o uso de planilhas eletrônicas possibilitando uma comparação dos dados.

Cabe ressaltar que dados dessa natureza são recentes no Brasil, e mesmo em âmbito mundial, havendo dificuldades com relação a valores que sirvam de padrão.

Foram determinados Indicadores de Sustentabilidade Sociais, Ambientais e Econômicos para postos de combustíveis, funilarias e estabelecimentos lava-rápido, de acordo com as definições descritas no Capítulo 3 (item 3.5). Buscou-se para tanto elaborar um esquema de subdivisão dos indicadores, proposto com base nas informações também contidas no Capítulo 3, ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Indicadores de Sustentabilidade para as empresas em estudo.

Com a composição destes indicadores foi possível realizar um diagnóstico da situação das empresas que foram objetos de estudo, com relação à sustentabilidade social, ambiental e econômica das mesmas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das entrevistas e aplicação dos questionários realizados nos três tipos de empresa em questão, ou seja, postos de combustíveis, funilarias e pinturas e estabelecimentos lava-rápido do município de São Carlos – SP.

São apresentados também resultados de análises químicas, realizadas com intuito de classificar os resíduos coletados nas empresas, bem como o tratamento dos dados reunidos visando à determinação de Indicadores de Sustentabilidade.

5.1 Postos de Combustíveis

Após a realização de pesquisas bibliográficas iniciais foram feitos levantamentos quanto à distribuição e localização dos postos de combustíveis no município de São Carlos. Com este levantamento foi possível dar início as entrevistas com o preenchimento dos questionários propostos.

Foram visitados 59 estabelecimentos, dos quais 41 contribuíram com entrevistas e os questionários. Os demais não contribuíram mesmo após segunda tentativa.

A seguir são mostrados dados iniciais coletados somente nos postos que concordaram em ser participantes deste estudo.

5.1.1 Entrevistas e Questionários

Foi diagnosticado que cerca de 95% dos postos que participaram das entrevistas podem ser classificados, de acordo com o IBGE, como sendo microempresas, ou seja, apresentam até 19 funcionários. O restante pode ser classificado como pequena empresa.

Quanto à dimensão do empreendimento, foi verificado que a grande maioria dos estabelecimentos (86%) apresentou área total do terreno maior que 700 m². Apenas para fins de visualização, as áreas foram divididas em três categorias: até 300 m² ; de 300 a 700 m² e; acima de 700m², como mostra a Figura 6.

Figura 6: Área total do terreno do empreendimento.

Quanto à área construída, foi verificado certo equilíbrio de distribuição nas diferentes dimensões pesquisadas, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Área construída do empreendimento.

A grande maioria dos postos comercializa em torno de 200.000 litros de combustível por mês, Figura 8. Um estabelecimento apresentou volume de 1.500.000 litros por mês, muito

superior ao valor médio encontrado. Isso pode estar ligado ao fato de estar localizado junto a um hipermercado com alto fluxo diário de consumidores.

Figura 8: Volume de combustível movimentado mensalmente.

Nesse estudo, verificou-se a tendência de se encontrar prestação de serviços, além do abastecimento, nos postos de combustíveis. Todos os postos visitados podem ser considerados, segundo o CONAMA, Postos Revendedores de Combustível Derivados de Petróleo, Álcool e Prestação de Serviços.

Os serviços encontrados com maior frequência foram: troca de óleo, loja de conveniência, lavagem ou ducha e venda de botijões de gás liquefeito de petróleo (GLP).

A Figura 9 mostra a distribuição de ocorrências dos serviços prestados com maior frequência nos postos de combustíveis visitados.

Figura 9: Ocorrência dos principais serviços prestados nos postos de combustíveis.

Junto a esta tendência surgem como preocupação os impactos ambientais que tais atividades venham causar, bem como os resíduos gerados pelas mesmas.

A resolução CONAMA 273 (2000), a intensa fiscalização realizada pela CETESB, e a pressão para a obtenção das licenças ambientais, têm forçado o crescimento da preocupação dos administradores dos postos com relação às questões ambientais que giram em torno de seus estabelecimentos, e, ao longo dos meses deste estudo, foram visitados diversos recém reformados, bem como outros que estão prestes a passar por reformas com a finalidade de se adequar as novas normas. Assim, mais de 50% dos estabelecimentos em questão já possuem os tanques considerados adequados (“tanques ecológicos”) para fazer o armazenamento seguro de seu conteúdo.

Quanto às questões mais específicas que foram levantadas neste estudo, na Figura 10 as fontes de abastecimento de água utilizadas nos postos e sua distribuição são mostradas.

Figura 10: Fontes de abastecimento de água.

Foi verificado que a maioria dos estabelecimentos utiliza somente água fornecida pela rede pública, porém a utilização de poço tubular é um importante fato a ser observado. Vazamentos de combustíveis podem se tornar agravante de poluição e de contaminação devido à possibilidade de difusão de contaminantes nas águas subterrâneas.

A grande maioria dos postos gasta mensalmente em torno de R\$400,00 pagos à rede pública de abastecimento de água, como mostra a Figura 11.

Cabe ressaltar que não foram fornecidos valores de consumo em volume (m^3) e não foi possível fazer a conversão por falta de dados, já que o que se encontra são valores para intervalos de consumo. Isso poderia influenciar na composição de indicadores já que o preço cobrado pela água pode variar de estado para estado.

Figura 11: Gasto mensal com abastecimento de água.

Além disso a grande maioria dos postos gasta mensalmente em torno de R\$1000,00 pagos à rede pública de fornecimento de energia, Figura 12. Neste caso também não foram fornecidos valores de consumo em kWh e não foi possível fazer a conversão por falta de dados.

Figura 12: Gasto mensal com fornecimento de energia.

Cabe ressaltar que nos dois únicos estabelecimentos que comercializavam gás natural veicular, esse consumo de energia apresentou um custo muito fora da média, em torno de R\$17.000,00. Esses dois pontos fora da média não constam na figura anterior.

A queima do Gás Natural é uma das mais limpas conhecidas, com emissão muito baixa de monóxido de carbono, podendo ser uma boa opção de combustível a ser utilizado em centros urbanos. Porém o gasto de energia vinculado ao comércio desse tipo de combustível fica muito além daquele encontrado para outros tipos de combustível. É importante que se busque um equilíbrio entre os prós e contras da utilização de gás natural, talvez tentando minimizar os gastos com energia. Torna-se necessário um estudo mais detalhado para se ter uma noção mais ampla desta questão.

Outro aspecto considerado importante é a questão do monitoramento de vazamentos. Foram verificados dois tipos principais: manual e automático. O monitoramento automático é realizado com uso de sensores nos tanques que ficam ligados a uma central digital com alarmes de vazamento. O aparelho também possui, em alguns modelos, a função de verificar os volumes nos tanques, auxiliando no controle de estoques de combustíveis. Já o monitoramento manual utiliza uma régua que mede o nível de combustível existente nos tanques e desta forma é calculado o volume do combustível dentro do mesmo. Tal dado é comparado com a quantidade vendida e assim são verificadas as perdas. Em alguns estabelecimentos essa medição é feita diariamente e em outros de forma esporádica, de maneira que não foi possível verificar um padrão.

O método da régua pode não ser eficiente para detectar pequenos vazamentos, já que segundo constatado nas próprias entrevistas parece comum a perda de combustíveis por evaporação, o que neste caso pode mascarar a detecção de vazamentos. Além disso, este método pode levar algum tempo para acusar vazamentos, enquanto o método automático acusa o problema instantaneamente.

A Figura 13 mostra a distribuição dos métodos utilizados para detecção de vazamentos em tanques.

Figura 13: Métodos utilizados para detectar vazamentos

Um dado alarmante que pode ser observado neste gráfico, é que 17,1% dos entrevistados simplesmente ignoram as ferramentas de investigação de vazamentos, não utilizando nenhuma ferramenta para investigar a possível ocorrência de tal acidente.

Ainda relacionado à investigação de vazamentos, 68,3% possuem em seu entorno poços de monitoramento de águas subterrâneas. O poço de monitoramento de águas subterrâneas pode ser uma ferramenta adicional na investigação de contaminações, inclusive quando as mesmas não estão relacionadas a vazamentos no tanque, e sim vazamentos no abastecimento dos tanques, entre outros.

Com relação ao tipo de piso, foi encontrado na maioria dos casos o piso de concreto usinado (83%), tanto na área de abastecimento quanto na área de recarga, como é mostrado na Figura 14. Esse tipo de piso seria o mais adequado, porém em alguns locais foi observada falta de manutenção dos mesmos, com trincas e rachaduras (Figura 15), o que pode contribuir para infiltração de combustíveis e óleo no solo.

Figura 14: Tipo de piso encontrado na área de abastecimento.

Figura 15: Piso com trincas e rachaduras, com canaleta sem função.

A Figura 16 mostra os tipos de pisos nas áreas de troca de óleo e a Figura 17 mostra o tipo de piso nas áreas de lavagem para os estabelecimentos que oferecem tais serviços.

Figura 16: Tipo de piso encontrado no local de troca de óleo.

Foi encontrado na maioria dos casos o chamado piso frio na área de troca de óleo (48%). Esse tipo de piso não é considerado adequado, por não possuir resistência ao peso e impacto requerido nesta área. Além disso, o material utilizado para rejunte deste tipo de piso também não é resistente. Da mesma forma o concreto simples e principalmente o pedregulho não são aconselháveis para serem utilizados como piso neste tipo de atividade. O ideal seria o concreto usinado, por possuir alta resistência e baixa permeabilidade.

Figura 17: Tipo de piso encontrado na área de lavagem de veículos.

Diferentes tipos de piso foram encontrados na área de lavagem de veículos. Apesar da maioria possuir o concreto usinado (68%), considerado mais seguro, também foram verificados outros tipos de piso não aconselháveis para esta atividade.

A grande maioria dos entrevistados afirmou ter conhecimento sobre os riscos do uso de produtos químicos de alto poder de limpeza de veículos, mas mesmo assim foi notada ocorrência significativa do uso destes produtos. Cerca de 60%, dos postos utiliza o Solupan, um produto questionável quanto à segurança não somente ambiental, mas também no que diz respeito à saúde do trabalhador.

A Figura 18 mostra os níveis de conhecimentos demonstrados pelos entrevistados, quanto a alguns temas escolhidos. Através das perguntas notou-se que o conhecimento das questões ambientais pelos entrevistados parece razoável, porém preocupante, já que é importante que todos os trabalhadores envolvidos nessa atividade conheçam bem tais questões para evitar prejuízos ao meio ambiente. Além disso, este é um trecho da entrevista no qual conta-se somente com a sinceridade do entrevistado, já que não foi feita nenhuma pergunta a respeito dos temas, a não ser se o conhecem ou não.

Figura 18: Conhecimentos gerais demonstrados em postos de combustíveis.

Os dados observados na Figura 18 sugerem a necessidade de investimentos em educação ambiental para todos os trabalhadores do ramo, seja pelo setor público, pelo sindicato da categoria ou pelos proprietários, pois se mostra de extrema importância o conhecimento das questões ambientais neste caso, considerando o alto impacto que as atividades dos postos de serviços podem causar ao meio ambiente. Foi verificado que apenas dois estabelecimentos fazem investimentos neste sentido.

Além disso, um dado alarmante é que em todos os estabelecimentos visitados os funcionários não usam EPI (Equipamento de Proteção Individual) regularmente, em nenhuma das atividades realizadas no posto de combustível. Isso reforça a importância de que o proprietário do estabelecimento atue de forma mais responsável perante o meio ambiente e para com seus funcionários impondo o uso obrigatório de EPI, por exemplo.

A Figura 19 mostra a distribuição dos diferentes tipos de destinação dada às embalagens de óleo lubrificante e filtros de óleo.

Figura 19: Destino dado aos resíduos da troca de óleo.

Com relação às embalagens e filtros de óleo lubrificante, apesar de apenas cerca de 24% dos postos darem destinação correta (Figura 19 e Figura 20), ou seja, são coletados por empresa autorizada, parece existir por parte dos administradores vontade de fazer o correto. Isso porque em alguns estabelecimentos (21%) foram encontradas muitas embalagens estocadas (Figura 21) à espera de contrato com empresa autorizada que realize a coleta das mesmas, serviço que parece escasso para atender a região de São Carlos.

Figura 20: Armazenamento adequado de embalagens e filtros de óleo.

A Figura 21 mostra embalagens estocadas nos banheiros de um estabelecimento que aguarda há um certo tempo a disponibilização de empresa autorizada para realizar o serviço de coleta.

Figura 21: Embalagens de óleo lubrificante armazenadas.

Além disso, a maioria (39%) entrega tais embalagens para os catadores da coleta seletiva municipal pensando estar agindo corretamente. Esta é uma problemática que poderia ser resolvida em conjunto com a Prefeitura Municipal e a cooperativa de catadores, para que haja conscientização do perigo deste tipo de resíduo, que não deve ser misturado aos resíduos de plástico comum, já que os primeiros estão contaminados com restos de óleo. E também,

não menos preocupante cerca de 16% dos estabelecimentos descarta esses resíduos de troca de óleo diretamente no lixo comum, sem a mínima preocupação com possíveis contaminações.

Os filtros, mesmo após escorridos, ainda retêm cerca de 250ml de óleo e as embalagens de lubrificantes também retêm quantidade considerável de óleo que, se não recolhidos e destinados corretamente, geram gases prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, além de ser prática proibida pela Resolução CONAMA 362/2005.

As Figura 22, Figura 23, Figura 24 e Figura 25 também dizem respeito à destinação de resíduos de grande importância: óleo queimado e resíduo da caixa separadora de areia.

Figura 22: Destino dado ao óleo queimado.

A Figura 22 mostra que a grande maioria (83%) dos estabelecimentos que possuem o serviço de troca de óleo afirma destinar de forma adequada o resíduo descartado (óleo queimado), ou seja, vende à empresa credenciada pela ANP que reciclará este resíduo. Cabe ressaltar que essa empresa fará coleta somente para volume mínimo de 400 litros de óleo usado (SUPPLYSERVICE, 2010).

Observa-se ainda um dado alarmante: 17% não souberam informar o destino dado ao óleo queimado, de forma que pode estar sendo depositado em local inadequado.

Para se ter uma idéia das dimensões deste possível problema, na Figura 23 são mostrados os volumes de óleo queimado que são comercializados nos postos que utilizam este tipo de destino e que forneceram seus dados.

Figura 23: Volume de óleo queimado comercializado mensalmente.

Observa-se que os volumes de óleo queimado comercializados mensalmente, em geral, ultrapassam 200 litros por mês. O que de fato poderia ser danoso caso não fosse esse o tipo de destinação realizada.

Foi verificado que 88% dos postos de combustíveis possuíam caixa separadora água/óleo. Essa caixa funciona como uma espécie de sistema de filtragem para a água residual de maneira a separar resíduos como terra, areia e óleo, para só então descartar a água no esgoto.

Figura 24: Destino dado ao lodo residual da caixa de areia.

Quanto ao destino dado ao lodo residual da caixa de areia, separadora de água e óleo, observa-se (Figura 24) que cerca de 31% dos estabelecimentos afirma contratar empresa que limpa fossas para sugar esse resíduo e descartá-lo, transferindo assim suas responsabilidades. Foi constatado que em geral essas empresas descartam no aterro sanitário. Cerca de 20% afirma que descartam esse resíduo no lixo convencional. Pode-se então concluir que 51% deste tipo de resíduo é descartado diretamente no aterro sanitário.

Além disso, parte significativa dos estabelecimentos (34%) argumenta nunca ter precisado descartar o lodo residual da caixa separadora de areia, e por isso ainda não sabem quais medidas serão tomadas, o que parece preocupante. Também observa-se que 6% retiram o lodo e o deixam armazenado num espaço de solo no próprio estabelecimento, sem saber o que fazer. Pode-se então concluir que cerca de 40% dos estabelecimentos na verdade não sabe o que fazer com esse tipo de resíduo. Esse tipo de descarte inadequado pode ser visto na Figura 25. Uma amostra deste solo foi coletada e sua composição analisada. Apenas uma pequena parcela dos estabelecimentos (9%) descarta esse tipo de resíduo de maneira segura, ou seja, o entrega à empresa autorizada pela ANP.

Figura 25: Terreno utilizado para disposição inadequada de resíduos.

Foi verificado que a grande maioria dos postos visitados ainda utiliza estopa ou restos de tecidos durante a troca de óleo e mesmo durante o abastecimento. Apenas uma minoria tem substituído esses materiais por toalha de papel.

Além disso, a caracterização visual mostrou grande heterogeneidade dos resíduos (Figura 26). Foram encontrados: papel higiênico, seringas, preservativos, frascos de óleo, estopa, medicamentos, filtros de ar, filtros de óleo, caixas de papelão, panos, restos de cigarro entre outros. Cabe ressaltar que foram coletados resíduos de três pontos diferentes do estabelecimento, excluindo-se os banheiros.

Figura 26: Heterogeneidade dos resíduos sem separação prévia.

É preocupante a grande ocorrência de disposição final inadequada desses tipos de resíduos, que muitas vezes são descartados em lixo comum, sendo que deveriam ser tratados, por exemplo, como resíduos de serviço de saúde, ou, dependendo do resíduo, poderiam ser reciclados.

Não foi verificada nenhuma separação, nos postos de combustíveis, de materiais recicláveis com intuito de encaminhamento à reciclagem. Foi constatado que eventualmente alguns catadores coletam sobretudo latas de alumínio, mas em geral os recicláveis são descartados diretamente no lixo convencional.

5.1.2 Classificação dos resíduos sem análise química

Os materiais mais comumente utilizados em postos de combustíveis puderam ser classificados facilmente sem análises químicas. Isso foi possível com base em algumas de suas propriedades físico-químicas conforme descrito no item 4.2 da norma ABNT NBR 10004 (2004).

Quadro 7: Classificação dos materiais mais utilizados em postos de combustíveis.

Produto	Características de periculosidade	Classificação
Gasolina	Inflamabilidade	Classe I - Perigosos
	Toxicidade Aguda	
Álcool	Inflamabilidade	Classe I - Perigosos
	Toxicidade Aguda	
Óleo diesel	Inflamabilidade	Classe I - Perigosos
	Toxicidade Aguda	
Óleo lubrificante (usado)	Toxicidade	Classe I – Perigosos
Fluido e óleo hidráulico (usado)	Toxicidade	Classe I – Perigosos

A partir da classificação desses materiais, descrita no Quadro 7, constatou-se que os resíduos provenientes de todos esses materiais podem ser classificados como perigosos, classe I. Essa é uma informação importante diante de possíveis vazamentos de tais produtos.

Assim, fica claro que o gerenciamento cuidadoso deve ser feito nestes estabelecimentos buscando eliminar todas as possibilidades de vazamentos. Para isso algumas ferramentas tornam-se indispensáveis, como por exemplo, equipamentos de detecção de vazamentos (para os combustíveis) e a adequação do piso e descarte seguro (para os óleos).

5.1.3 Ensaios de Lixiviação

Foram realizados ensaios de lixiviação de acordo com as normas ABNT NBR 10.005 e NBR 10.007 de 2004 para resíduos de quatro diferentes estabelecimentos. As concentrações encontradas das substâncias investigadas estão na Tabela 5.

Tabela 5: Ensaios de lixiviação em postos de combustíveis

Ensaio	Pb	Cd	Cr	Ag	As	Hg	Se	Ba	Fluoreto
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
LP1	N/D	N/D	N/D	0,02	N/D	N/D	N/D	N/D	12,25
LP2	0,04	N/D	N/D	0,04	N/D	N/D	N/D	N/D	0,45
LP3	N/D	N/D	N/D	0,03	N/D	N/D	N/D	N/D	0,47
LP4	N/D	N/D	N/D	0,02	N/D	N/D	N/D	N/D	0,26

As concentrações encontradas estão com valores abaixo do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões do anexo F, da norma ABNT NBR 10.004 de 2004. Isso mostra que os resíduos dos quatro diferentes estabelecimentos foram classificados como não-perigosos, classe II. Quanto a serem inertes ou não, os ensaios de solubilização podem determinar.

Cabe ressaltar que devido à grande heterogeneidade dos resíduos, essa análise, mesmo se buscando seguir a ABNT NBR 10.007, pode ter sido prejudicada, de forma a não retratar minuciosamente o tipo de resíduo.

5.1.4 Ensaios de Solubilização

Foram realizados ensaios de solubilização de acordo com as normas ABNT NBR 10.006 e NBR 10.007 de 2004 para resíduos de quatro diferentes estabelecimentos. As concentrações encontradas das substâncias investigadas estão na Tabela 6. **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 6: Ensaios de solubilização em postos de combustíveis

Ensaio	Zn	Pb	Cd	Fe	Mn	Cu	Cr	Ag	Na
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
SP1	2,56	0,06	<0,0012	9,46	1,38	0,22	0,18	0,02	196,0
SP2	0,28	0,06	<0,0012	32,60	3,02	0,18	<0,01	<0,002	148,0
SP3	1,24	<0,04	<0,0012	4,30	0,48	0,40	<0,01	<0,002	156,0
SP4	4,56	<0,04	<0,0012	8,74	1,60	0,16	<0,01	<0,002	164,0

Ensaio	Al	Cianeto	Fenol	Fluoreto	Nitrato	Cloreto	Sulfato	As,Ba,Hg,Se	pH
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	final
SP1	N/D	0,026	2,60	0,5	43,42	536,0	<2	N/D	6,81
SP2	N/D	0,016	0,47	0,5	11,58	106,0	<2	N/D	6,23
SP3	N/D	<0,002	2,20	7,0	18,36	550,0	<2	N/D	6,60
SP4	N/D	0,028	5,76	0,4	16,96	160,0	<2	N/D	6,45

As concentrações em destaque estão com valores acima do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões do anexo G, da norma ABNT NBR 10.004 de 2004. Isso mostra que os resíduos dos quatro diferentes estabelecimentos foram classificados como não-inertes, classe II A, ou seja, podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

5.1.5 Ensaios para Análise de Água Residual

Foram feitas algumas análises com amostras de água antes e depois da ETE, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Ensaios para análise da ETE.

	pH	DBO	Óleos e graxas
		(mg O ₂ /L)	(mg solúvel em hexano/L)
Antes da ETE	8,27	740,0	364,0
Depois da ETE	6,48	16,0	130,0

Comparando-se os valores para água antes e depois da ETE, observa-se um decréscimo no valor de pH, saindo de pH básico (8,27) aproximando-se de pH neutro (6,49). O valor de pH obtido é adequado segundo o artigo 18 do decreto 8.468 (1976), atualizado pelo decreto 54.487 de 2009, da CETESB.

Quanto à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foi encontrado antes da ETE um valor (740,0 mg O₂/L) muito superior ao permitido pela CETESB (máximo de 60 mg/L). Depois da ETE o valor se mostrou adequado (16,0 mg O₂/L).

Já o valor encontrado para óleos e graxas antes da ETE foi muito alto (364,0 mg solúvel em hexano/L), sendo que depois da ETE o novo valor encontrado ficou muito próximo ao máximo permitido pela CETESB (até 100mg/L).

Assim constata-se que a ETE apresenta boa eficiência já que adéqua a água residual (Figura 27) aos padrões permitidos pela CETESB, garantindo que não haja contaminações significativas devido ao descarte desta água (Figura 28) diretamente no rio.

Figura 27: Água na entrada da ETE.

Figura 28: Água na saída da ETE.

5.1.6 Ensaio para Análise de BTEX

Devido à ocorrência de disposição inadequada de óleo queimado em postos de combustíveis (Figura 25), ensaios complementares para análise de presença de BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno) em amostras de solo contendo resíduo descartado, foram realizadas (Tabela 8).

Tabela 8: Análises de BTEX para amostras de solo contaminado com resíduo de óleo usado.

BTEX	Amostra 1 (mg/kg peso seco)	Amostra 2 (mg/kg peso seco)
Benzeno	0,399	0,285
Tolueno	0,941	0,689
Etilbenzeno	0,174	<0,004
Xileno	0,332	0,220

Constatou-se, com base nos Valores Orientadores da CETESB (2005), que este solo é classificado como Área Contaminada sob Investigação, por conter contaminantes em concentrações acima dos Valores de Intervenção. Isso significa que a concentração de BTEX no solo, possivelmente na água subterrânea, indica que há riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana. Ressalta a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco, devendo seguir os procedimentos de gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2005).

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Química Ambiental, do Instituto de Química de São Carlos – USP, segundo procedimentos descritos no Catálogo nº48858-U da EPA.

5.2 Funilarias

Após a realização de pesquisas bibliográficas iniciais, foi elaborado um questionário específico para estabelecimentos de funilaria e pintura. Esse questionário foi adaptado do formulário que consta na Resolução CONAMA nº 313 (2002).

Foram realizados levantamentos quanto à distribuição e localização de funilarias e pintura no município de São Carlos, com o apoio da Prefeitura Municipal de São Carlos, além de pesquisas em internet e listas telefônicas. Cabe ressaltar que como todos os estabelecimentos encontrados atuam como funilaria e pintura, para simplificar, neste estudo serão chamados apenas funilarias, abandonando-se a denominação inicial de funilaria e pintura.

Foram localizadas 40 funilarias no município, das quais:

- 31 funilarias responderam ao questionário elaborado. Cabe ressaltar que em alguns casos foram necessárias mais de duas tentativas para se obter êxito. Em uma funilaria foram necessárias quatro tentativas para se obter a entrevista.

- 8 funilarias estavam desativadas, ou não existiam. (sete não existiam e uma estava desativada).

- 1 funilaria não quis participar. Foram realizadas cinco tentativas objetivando a participação desta funilaria para responder os questionários. Depois da 5ª negativa, considerou-se como dado que a empresa não quis participar da aplicação do questionário, por motivos reais desconhecidos.

A seguir são mostrados dados iniciais coletados somente nas funilarias que concordaram em ser participantes deste estudo.

5.2.1 Entrevistas e Questionários

Uma dificuldade encontrada na aplicação do questionário foi que nem todas as perguntas foram respondidas pelos funileiros. Algumas por desconhecimento, como a área do terreno, por exemplo, e outras por preocupação em divulgar seus dados, como gasto mensal com materiais, água e energia.

Foi diagnosticado que cerca de 97% das funilarias que participaram das entrevistas podem ser classificadas, de acordo com o IBGE, como sendo microempresas, ou seja, apresentam até 19 funcionários. O restante pode ser classificado como pequena empresa. Uma consideração a ser feita é que o termo “funcionários” foi considerado neste questionário em um sentido mais amplo, pois foi constatado que em um número de funilarias considerável, o proprietário trabalhava só; então considerou-se o proprietário que trabalhava diretamente na funilaria também funcionário.

Quanto à dimensão do empreendimento, foi verificado que a maioria das funilarias (50%) apresenta área total do terreno menor que 300 m² (Figura 29). Diferentemente dos postos de combustíveis apenas uma minoria (10%) apresentou área maior que 700 m². Fica clara a diferença entre dimensões dos diferentes tipos de estabelecimentos. Novamente para

fins de visualização, as áreas foram divididas em três categorias: até 300 m², de 300 a 700 m² e acima de 700 m².

Figura 29: Área total do terreno do empreendimento.

Quanto à área construída, foi verificado que a grande maioria possui menos que 300 m² de área construída, ou seja, trata-se de pequenos estabelecimentos, como mostra a Figura 30. Mais uma vez é retratada a diferença de dimensões entre postos e funilarias.

No entanto, convém salientar que o tamanho do empreendimento não determina o seu potencial poluidor, isto é, funilarias de pequeno porte não são sinônimos de baixo potencial poluidor.

Figura 30: Área construída do empreendimento.

Verificou-se que 100% das funilarias entrevistadas afirmam utilizar fonte de água da Rede Pública para o abastecimento. De certo modo isso afasta a possível preocupação e/ou responsabilidade com qualquer tipo de contaminação do solo que possa vir a afetar águas subterrâneas.

A grande maioria das funilarias gasta mensalmente menos que R\$50,00 no consumo de água, como mostra a Figura 31.

Figura 31: Gasto mensal com consumo de água.

Foi verificado ainda que a maioria das funilarias gasta mensalmente menos que R\$100,00 com consumo de energia (Figura 32).

Figura 32: Gasto mensal com consumo de energia.

A partir das Figuras Figura 31 e Figura 32 constata-se que as funilarias gastam em torno de 1/10 do que os postos de combustíveis gastam com água e energia elétrica, ressaltando assim as dimensões dos empreendimentos, bem como o nível do impacto que podem causar diante de possíveis desperdícios de recursos naturais.

Com relação ao tipo de piso, foi encontrado na maioria dos casos o piso de concreto (87%), como mostra a Figura 33. Esse tipo de piso pode ser considerado o mais adequado desde que haja manutenção do mesmo, eliminando constantemente possíveis trincas e rachaduras, impedindo assim eventuais contaminações do solo e, consequentemente do lençol freático.

Figura 33: Tipos de piso encontrados em funilarias.

Outros tipos de piso também foram encontrados, porém com menor frequência. A terra (solo sem nenhum revestimento) e o pedregulho são pisos considerados não adequados para uma funilaria e pintura, pois são permeáveis possibilitando poluição do solo e subsolo, bem como contaminação do lençol freático. O piso frio também não é adequado, pois há grande possibilidade de rachaduras e também de quebra, ou corrosão do rejunte do mesmo.

A Figura 34 mostra dois tipos de piso encontrados nas funilarias visitadas.

Figura 34: Tipos de piso encontrados em funilarias: concreto e terra.

Na Figura 35 são ilustrados os níveis de conhecimentos demonstrados pelos entrevistados, quanto a alguns temas escolhidos. Através das perguntas notou-se que o conhecimento das questões ambientais pelos profissionais das funilarias parece preocupante.

Figura 35: Conhecimentos gerais demonstrados nas funilarias.

Constata-se que a maioria dos funileiros desconhece a legislação ambiental, bem como os demais temas abordados, considerados altamente relevantes não só ao meio ambiente, mas também à segurança do próprio funileiro. Essa falta de conhecimento de questões relacionadas, por exemplo, ao perigo dos resíduos sólidos, pôde ser verificada claramente em um dos estabelecimentos que armazenava tintas e solventes em uma estante aberta ao lado do local aonde se manipulava um equipamento de solda (maçarico) como mostra a Figura 36.

Figura 36: Tintas e solventes armazenados junto ao maçarico.

Quanto ao uso de EPI, apenas 10% afirmaram que seus funcionários usam EPI regularmente (Figura 37). Mais uma vez é reforçada a importância de que o proprietário da funilaria atue de forma mais responsável perante o meio ambiente e para com seus funcionários impondo o uso obrigatório de EPI, por exemplo.

Figura 37: EPI encontrados nas funilarias.

Foi verificado também que das 31 funilarias visitadas cerca de 35% possuíam cabine de pintura (Figura 38). Essa cabine funciona quase como uma capela num laboratório de química, ou seja, possui exaustores (Figura 39) que sugam as partículas de tintas e solventes dispersas no ar durante a pintura dos veículos, direcionando-as para um filtro e somente depois para o meio externo, diminuindo assim a quantidade dessas partículas no ar dentro da cabine, e também do estabelecimento como um todo. Viabiliza ainda o descarte somente de ar filtrado para a atmosfera. Dessa forma assegura a não contaminação ao próprio funileiro, ao meio ambiente, garantindo também que não haja possíveis contaminações de tintas de um veículo para o outro e nem que possíveis poeiras possam impregnar na tinta ainda molhada.

Algumas dessas cabines contam ainda com um sistema de aquecimento que acelera a secagem da tinta, fazendo com que o tempo de secagem diminua de 24 horas para até 60 minutos.

Figura 38: Cabine de pintura de funilaria.

Figura 39: Exaustores e filtro na cabine de pintura.

Cabe ressaltar que infelizmente não existe ainda legislação que faça da cabine de pintura uma exigência ao funcionamento regular da funilaria (Figura 40).

Figura 40: Névoa de tintas e solventes numa funilaria sem cabine de pintura.

O questionário buscou também a obtenção de dados quantitativos tais como custo mensal de materiais, quantidades de cada material (em L ou kg) usado por mês e média de carros por mês que passam por serviço de funilaria e pintura em seu estabelecimento. Convém salientar que proprietários de funilarias afirmaram que os valores para cada um destes dados variam conforme a época (de maior ou menor demanda) e que foi adotado um valor médio para viabilizar o fornecimento destes dados reais. Os materiais que os funileiros mais usam são: tinta, solvente (thinner), massa acrílica e verniz. Além destes utilizam ainda cera, fundo Primer, lixa e estopa em menor frequência.

A seguir serão mostradas as proporções de utilização dos materiais encontrados mais frequentemente nas funilarias.

Figura 41: Quantidade de tintas utilizadas por mês.

Em relação à quantidade de tintas, nota-se, de acordo com a Figura 41, que a maioria das funilarias (50%) utiliza menos que 15 litros por mês e que, apesar de menor mas não tão desprezível assim, 18% das funilarias utilizam mais que 30 litros por mês. Isso mostra que uma boa parcela dos estabelecimentos movimenta grandes volumes de tintas, o que pode ser negativo do ponto de vista ambiental caso não haja um bom gerenciamento dos resíduos.

Cabe ressaltar que a maioria das funilarias (65%) acaba estocando em prateleiras a quantidade residual de tintas, como pode ser observado na Figura 42. Esse estoque, de certo modo, acaba sendo reaproveitado algumas vezes, outras acaba sendo descartado, depois de

certo tempo (Figura 43). Foi verificado também que uma minoria (12%) nem tenta reaproveitar esses resíduos, descartando-os diretamente no lixo convencional, de maneira nada segura.

Figura 42: Possíveis procedimentos na manipulação de tintas.

Figura 43: Prateleira com latas de tintas estocadas.

Figura 44: Prateleira de tintas compradas sob medida.

Uma inovação foi constatada no que tange a manipulação de tintas: a aquisição de quantidades sob medida, minimizando assim sobras residuais (Figura 44).

Alguns estabelecimentos já contam com essa inovação (23%) e essa margem tende a aumentar principalmente devido à motivação de possíveis economias financeiras não só ao estabelecimento, mas também ao cliente direto.

Em um dos estabelecimentos foi encontrado ainda uma outra situação, na qual o cliente traz o material a ser utilizado no seu veículo. É um procedimento que de certa forma minimiza custos para o cliente, e se bem gerenciado, pode minimizar possíveis desperdícios.

Em contrapartida, em outra funilaria a tinta residual é descartada no lixo convencional misturada com jornais, numa tentativa absurda de minimizar possíveis impactos.

Outro fato constatado durante as visitas é que boa parte dos resíduos de tinta e outros materiais utilizados frequentemente nas funilarias acaba indo para a rede de esgoto durante a lavagem geral do estabelecimento. De acordo com os dados obtidos a maioria (54%) lava o estabelecimento uma vez por semana, como pode ser visto na Figura 45. Isso mostra que semanalmente alguns resíduos de tinta e outros materiais vão para o esgoto, sem nenhum tipo de controle, ou preocupação.

Figura 45: Frequência de lavagem das funilarias.

Novamente foi verificado certo conhecimento na maioria dos estabelecimentos sobre os riscos do uso de produtos químicos desengraxantes. Ainda assim foi observado o uso destes produtos. Cerca de 13%, das funilarias utiliza o Solupan, como já mencionado, um produto questionável quanto à segurança não somente ambiental, mas também no que diz respeito à saúde do trabalhador.

Figura 46: Quantidade de solvente utilizado por mês.

De acordo com a Figura 46, uma porcentagem significativa de funilarias (33%) movimenta volumes maiores de solvente, quando se compara a tintas. Segundo a “Euronavy Tintas Marítimas e Industriais”, o solvente mais utilizado em funilarias (conhecido por thinner), é uma substância inflamável, tóxica para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo ao ambiente aquático. É nocivo podendo causar danos aos pulmões se ingerido e pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida.

Além disso, o thinner é altamente volátil se dispersando facilmente na atmosfera. É necessário o uso de EPI adequado ao seu manuseio e não se deve permitir que atinja ecossistemas aquáticos.

Ainda assim, foi encontrada, em um dos estabelecimentos, a utilização de resíduo de thinner diretamente no solo, com o intuito de controle de formigas, aumentando riscos de contaminação do solo.

Figura 47: Quantidade de massa acrílica utilizada por mês.

Segundo a “Akzo Nobel”, a massa acrílica pode causar irritação aos olhos. O contato prolongado e repetitivo poderá agravar estes efeitos. Devido a suas características, pode sensibilizar a pele e mucosas. E quanto ao meio ambiente recomenda-se não deixar os resíduos entrar em contato com sistemas de drenagens ou em vias de águas pluviais. Caso o produto venha a contaminar águas públicas, tais como: rios, lagos ou curso de águas pluviais, informar autoridades competentes de acordo com as regulamentações locais. Observa-se que os funileiros usam esse produto em quantidades menores do que tintas e solventes (Figura 47), porém deve-se atentar para a disposição final de resíduos de massa acrílica, além de uso adequado de EPI durante seu manuseio.

Figura 48: Quantidade de verniz utilizado por mês

Um outro produto utilizado frequentemente pelos funileiros é o verniz. Foi verificado que cerca de 50% dos estabelecimentos utiliza até 10 litros por mês, e que a parte restante utiliza mais que 10 litros, mensalmente (Figura 48). Segundo “Tintas Iquine”, o verniz apresenta algumas características importantes: produto inflamável e toxicidade dos vapores, podendo ocorrer irritação nos olhos, na boca e na garganta, e até perda da consciência. Daí, mais uma vez, a importância dos funileiros utilizarem sempre EPI para evitar problemas crônicos e/ ou agudos de saúde. Além disso, o verniz apresenta riscos ambientais, pois pode afetar o ecossistema por não ser um produto totalmente biodegradável.

Estas informações, quando analisadas em conjunto, só reforçam a necessidade de cuidados especiais tanto no manuseio dos produtos (tinta, solvente, massa acrílica e verniz) quanto na destinação dos resíduos destes.

No que diz respeito à disposição final dos resíduos, foram verificadas diferentes disposições de acordo com o tipo de material residual, como mostram as figuras a seguir.

Figura 49: Disposição final de resíduos de latas de tintas e de outros materiais.

Verificou-se que a maioria dos estabelecimentos (72%) descarta suas latas de tintas e de outros materiais entregando-as a catadores informais, como mostra a Figura 49. Um dos estabelecimentos afirmou ainda trocar com catadores suas latas residuais por jornais que possam ser reutilizados durante a pintura. Apesar das intenções aparentemente serem boas, visando a reciclagem, podem não ser seguras pois há possibilidade de reutilização ou comercialização dessas latas de maneira inadequada, sem preocupação nenhuma com os resíduos encontrados nas mesmas.

Figura 50: Disposição final de resíduos plásticos.

Para o caso de resíduos plásticos a preocupação é a mesma no que diz respeito a entrega destes resíduos a catadores. Porém, os riscos ainda são maiores quando a disposição é feita no lixo convencional, devido a grandes possibilidades de contaminação. Esse tipo de disposição final foi encontrado na maioria dos casos (61%), como mostra a Figura 50.

Figura 51: Disposição final de resíduos de papel e papelão.

Quanto aos resíduos de papel e papelão, a grande maioria dos estabelecimentos (70%) os entrega a catadores, como mostra a Figura 51. Esses resíduos, em geral, contêm grandes

quantidades de tinta e solvente impregnadas nos mesmos, cabendo certa preocupação, já que são utilizados em grandes proporções (Figura 52).

Figura 52: Emprego de papel em funilaria.

Para resíduos de vidros de embalagens e também de veículos, cerca de 50% dos estabelecimentos os dispõem diretamente no lixo convencional (Figura 53). A outra metade os entrega a catadores. A preocupação é a mesma quanto a possíveis contaminações devido a substâncias residuais.

Figura 53: Disposição final de resíduos de vidro.

No caso de resíduos de latarias e sucatas, a maioria (65%) é entregue a catadores como mostra a Figura 54. Eles comercializam este tipo de material considerado lucrativo devido ao

seu peso. Essa forma de comércio também ocorre em estabelecimentos conhecidos como “Ferro-velho”(25%). Apenas uma minoria (10%) busca a reciclagem deste tipo de material para que possa novamente ser utilizada no próprio estabelecimento.

Figura 54: Disposição final de resíduos de lataria e sucata.

Cabe ressaltar que algumas situações no mínimo questionáveis foram também verificadas com relação à disposição de resíduos. Por exemplo, em um dos estabelecimentos ocorre varrição diária após o expediente, e o resíduo, que chega a 1 kg de pó por dia, é depositado em um canteiro de árvore. Foi verificado ainda que em nenhum dos estabelecimentos visitados há preocupação com o resíduo que, direta ou indiretamente, acaba sendo descartado nos ralos de pias, por exemplo.

Em seguida têm-se os gastos mensais em materiais utilizados no reparo de carros (Figura 55). Os gastos variam de funilaria para funilaria e o valor médio das 26 funilarias que responderam a esta questão é de R\$ 2.000,00, excluindo-se um ponto muito acima da média com gasto de R\$14.000,00 .

Figura 55: Gastos mensal com materiais utilizados no reparo de carros.

Quanto ao número de carros reparados por mês, há uma grande variação de funilaria para funilaria (Figura 56). A quantidade média de carros reparados das 21 funilarias que responderam a questão é 35. Houve uma quantidade significativa de funilarias que não responderam por receio em expor informações ou por não contarem com nenhum controle neste sentido.

Figura 56: Número de carros reparados por mês nas funilarias.

Cabe ressaltar que apenas uma das funilarias visitadas recebeu a Certificação IQA-CESVI Brasil, que pode ser considerada uma importante ferramenta de qualidade.

5.2.2 Classificação dos resíduos sem análise química

Os materiais mais comumente utilizados em funilarias puderam ser classificados facilmente sem análises químicas. Isso foi possível com base em algumas de suas propriedades físico-químicas conforme descrito no item 4.2 da norma ABNT NBR 10004 (2004).

Quadro 8: Classificação dos materiais mais utilizados em funilarias.

<i>Produto</i>	<i>Características de periculosidade</i>	<i>Classificação</i>
Thinner	Inflamabilidade Toxicidade Aguda	Classe I - Perigosos
Massa Acrílica	Inflamabilidade Toxicidade Aguda	Classe I - Perigosos
Verniz	Inflamabilidade Toxicidade Aguda	Classe I - Perigosos
Cera Automotiva	Inflamabilidade Toxicidade Aguda	Classe I – Perigosos
Primer Universal	Inflamabilidade Toxicidade Aguda	Classe I – Perigosos

A partir da classificação desses materiais, descrita no Quadro 8, constatou-se que os resíduos de todos esses materiais são classificados como perigosos, classe I. Essa é uma informação importante diante de possíveis descartes acidentais de tais produtos diretamente na rede de esgoto.

Assim, fica claro que um gerenciamento cuidadoso deve ser feito nestes estabelecimentos buscando impedir o descarte inadequado, ou o vazamento destes produtos. Para isso algumas ferramentas tornam-se indispensáveis, como por exemplo a destinação

adequada das embalagens com resíduos de tais materiais e a adequação do piso seguro, com a devida impermeabilidade.

5.2.3 Ensaios de Lixiviação

Foram realizados ensaios de lixiviação de acordo com as normas ABNT NBR-10.005 e NBR-10.007 de 2004 para resíduos de quatro diferentes funilarias.

As amostras foram coletadas em diferentes locais do estabelecimento, como cabine de pintura e ralos. As concentrações encontradas das substâncias investigadas estão na Tabela 9.

Tabela 9: Ensaios de lixiviação em funilarias.

Ensaio	Pb	Cd	Cr	Ag	As	Hg	Se	Ba	Fluoreto
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
LF1	N/D	N/D	N/D	0,02	N/D	N/D	N/D	N/D	1,44
LF2	N/D	N/D	N/D	0,04	N/D	N/D	N/D	N/D	0,49
LF4	0,26	N/D	N/D	0,03	N/D	N/D	N/D	0,03	0,75
LF5	0,05	N/D	N/D	0,05	N/D	N/D	N/D	N/D	0,32

As concentrações encontradas estão com valores abaixo do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões do anexo F, da norma ABNT NBR-10.004 de 2004. Isso mostra que os resíduos dos quatro diferentes estabelecimentos foram classificados como não-perigosos, classe II. Quanto a serem inertes ou não, os ensaios de solubilização podem determinar.

Como nos postos de combustíveis, cabe ressaltar que devido à grande heterogeneidade dos resíduos, essa análise, mesmo se buscando seguir a ABNT NBR-10.007, pode ter sido prejudicada, de forma a não retratar minuciosamente o tipo de resíduo.

5.2.4 Ensaios de Solubilização

Foram realizados ensaios de solubilização de acordo com as normas ABNT NBR-10.006 e NBR-10.007 de 2004 para resíduos de quatro diferentes estabelecimentos. As concentrações encontradas das substâncias investigadas estão na Tabela 10.

Tabela 10: Ensaios de solubilização em funilarias.

Ensaio	Zn	Pb	Cd	Fe	Mn	Cu	Cr	Ag	Na
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
SF1	9,86	N/D	N/D	9,80	0,92	0,12	N/D	0,02	56,8
SF2	0,18	N/D	N/D	6,00	0,42	0,02	N/D	N/D	111,8
SF3	4,40	N/D	N/D	31,48	1,36	0,14	N/D	0,02	86,0
SF4	10,16	N/D	N/D	7,02	1,28	0,90	N/D	0,02	110,3
SF5	2,38	N/D	N/D	3,32	0,62	0,08	0,50	0,04	143,3

Ensaio	Al	Cianeto	Fenol	Fluoreto	Nitrato	Cloreto	Sulfato	As, Ba, Hg, Se	pH
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	final
SF1	0,16	0,006	2,320	19,20	7,64	52,0	102,0	N/D	7,96
SF2	0,04	0	0,062	1,24	1,64	7,0	2,0	N/D	8,50
SF3	0,06	0,006	0,974	0,78	N/D	237,0	520,0	N/D	7,33
SF4	0,24	0,002	0,130	0,06	6,38	274,0	360,0	N/D	8,02
SF5	0,08	0,002	0,502	0,30	N/D	114,0	130,0	N/D	7,84

As concentrações em destaque estão com valores acima do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões do anexo G, da norma ABNT NBR-10.004 de 2004. Isso mostra que os resíduos dos quatro diferentes estabelecimentos foram classificados como não-inertes, classe II A, ou seja, podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

5.2.5 Ensaios para Análise de Água Residual

Foram feitas algumas análises da água que é descartada diretamente no solo, após decantação de partículas provenientes da cabine de pintura, como mostra Tabela 11.

Tabela 11: Ensaios para análise da lavagem de partículas.

		pH	DBO (mg O ₂ /L)	Óleos e graxas (mg solúvel em hexano/L)
Lavagem partículas	de	7,05	165,0	95,0

O valor de pH obtido é adequado segundo o artigo 18 do decreto 8.468 (1976), atualizado pelo decreto 54.487 de 2009, da CETESB. Observa-se um abaixamento no valor de pH, quando comparado aos valores encontrados para as funilarias estudadas, partindo-se de valores de pH básico (em torno de 8) para neutro (7,05).

Quanto à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foi encontrado um valor (165,0 mg O₂/L) muito superior ao permitido pela CETESB (máximo de 60 mg/L).

Já o valor encontrado para óleos e graxas está muito próximo ao máximo permitido pela CETESB (até 100mg/L).

Assim, constata-se que é baixo o potencial que esse tipo de tanque pode representar no que tange a lavagem de partículas na saída de cabines de pintura. Cabe ressaltar ainda que a eficiência só seria efetiva se houvesse gerenciamento adequado quanto ao descarte das partículas decantadas neste tanque.

5.3 Lava-Rápido

Após a realização de pesquisas bibliográficas iniciais, foi elaborado um questionário específico para estabelecimentos lava-rápido. Este questionário foi adaptado do formulário utilizado para os dois outros tipos de estabelecimentos em estudo.

Foram realizados levantamentos quanto à distribuição e localização destes estabelecimentos no município de São Carlos, com o apoio da Prefeitura Municipal de São Carlos, além de pesquisas em internet e listas telefônicas.

Foram localizados 38 estabelecimentos lava-rápido no município, mas apenas 27 concordaram em participar deste estudo. A seguir são mostrados dados iniciais coletados somente nestes estabelecimentos participantes.

5.3.1 Entrevistas e Questionários

Foi diagnosticado que 100% dos estabelecimentos lava-rápido que participaram das entrevistas podem ser classificados, de acordo com o IBGE, como sendo microempresas (até 19 funcionários). Novamente o termo “funcionários” foi considerado em um sentido mais amplo, pois foi constatado que em um número de estabelecimentos considerável, o proprietário também era funcionário.

Quanto à dimensão do empreendimento, foi verificado que a maioria estabelecimentos lava-rápido (54%) apresentou área total do terreno entre 300 e 700 m² (Figura 57). Como mencionado anteriormente, para fins de visualização, as áreas foram divididas em três categorias: até 300 m², de 300 a 700 m² e acima de 700 m².

Figura 57: Área total do terreno do empreendimento.

Foi verificado também que a grande maioria possui menos que 300 m² de área construída, como mostra a Figura 58, e que nenhum estabelecimento apresentou área construída maior que 700 m². Essa já era uma tendência observada durante as visitas visto que em geral os estabelecimentos contavam com pouca área construída e que grande parte das

lavagens de veículos era feita ao ar livre, ou seja, no terreno sem construção e, consequentemente, sem piso, aumentando assim riscos de contaminação do solo e subsolo.

Figura 58: Área construída do empreendimento.

Verificou-se em alguns estabelecimentos a ocorrência de prestação de serviços, além de lavagem de veículos. Os serviços encontrados foram: troca de óleo, venda de botijões de gás liquefeito de petróleo (GLP), polimento e cristalização.

A Figura 59 mostra a distribuição de ocorrências dos serviços encontrados nos estabelecimentos lava-rápido.

Figura 59: Serviços encontrados nos estabelecimentos lava-rápido.

Novamente, como nos postos de combustíveis, surge a preocupação com os impactos ambientais que tais atividades possam causar, e também com os resíduos gerados pelas mesmas.

Verificou-se que 100% dos estabelecimentos lava-rápido entrevistados utilizam fonte de água da Rede Pública para o abastecimento. Novamente isso pode interferir na preocupação e/ou responsabilidade com qualquer tipo de contaminação do solo que possa vir a afetar águas subterrâneas.

A maioria dos 27 estabelecimentos que disponibilizaram seus dados gasta mensalmente em torno de R\$200,00 em abastecimento de água, como mostra a Figura 60.

Figura 60: Gasto mensal com abastecimento de água.

Em um estabelecimento foi encontrado um sistema de calhas que direciona água de chuvas para uma caixa d'água, de maneira a reaproveitá-la. Essa parece uma maneira sensata de se tentar minimizar desperdícios de recursos naturais.

Foi verificado ainda que a maioria dos estabelecimentos lava-rápido gasta mensalmente em torno de R\$180,00 com fornecimento de energia (Figura 61).

Figura 61: Gasto mensal com fornecimento de energia.

A partir das Figuras Figura 60 e Figura 61 constata-se que os estabelecimentos lava-rápido gastam em torno de 50% do que os postos de combustíveis gastam com água e 1/5 do que gastam com energia elétrica, ressaltando mais uma vez a diferença entre as dimensões dos empreendimentos, bem como o nível do impacto que podem causar diante de possíveis desperdícios de recursos naturais. A comparação entre os gastos dos diferentes estabelecimentos encontra-se nas Figuras Figura 62 e Figura 63.

Figura 62: Gasto mensal médio com água de diferentes tipos de estabelecimentos.

Figura 63: Gasto mensal médio com energia de diferentes tipos de estabelecimentos.

Verifica-se que as proporções de consumo de água e energia são bem maiores em postos de combustíveis quando comparadas a estabelecimentos lava-rápido, e mais ainda em relação às funilarias.

Com relação ao tipo de piso, foi encontrado na maioria dos casos o piso de concreto (59%), como mostra a Figura 64.

Figura 64: Tipos de piso encontrados em lava-rápido.

Esse tipo de piso pode ser considerado o mais adequado desde que haja manutenção do mesmo, eliminando constantemente possíveis trincas e rachaduras (Figura 65), impedindo assim eventuais contaminações do solo e, conseqüentemente do lençol freático.

Figura 65: Piso com possíveis infiltrações no solo.

Em boa parte dos estabelecimentos (37%) foi encontrada parte em concreto e parte revestida com pedregulho. Este último não é considerado piso adequado para um lava-rápido, pois se mostra relativamente permeável possibilitando poluição do solo e subsolo, bem como contaminação do lençol freático. O asfalto, também encontrado numa minoria (4%), também não é considerado piso adequado devido a pouca resistência aos possíveis impactos causados pelos veículos (Figura 66).

Figura 66: Asfalto com rachaduras.

Na Figura 67 são ilustrados os níveis de conhecimentos demonstrados pelos entrevistados, quanto aos temas escolhidos. Através das perguntas notou-se que o conhecimento das questões ambientais pelos profissionais de lava-rápido é bastante preocupante.

Figura 67: Conhecimentos gerais demonstrados em lava-rápido.

Constata-se que a maioria dos funcionários de estabelecimentos lava-rápido desconhece a legislação ambiental, bem como os demais temas abordados, que deveriam ser

considerados altamente relevantes não só ao meio ambiente como também à segurança do próprio funcionário.

Quanto ao uso de EPI, apenas um estabelecimento (4%) afirmou que seus funcionários usam EPI regularmente. Novamente surge a necessidade de que donos de estabelecimentos lava-rápido busquem informações adequadas para que possam atuar de forma mais responsável perante o meio ambiente e para com seus funcionários impondo, por exemplo, o uso obrigatório de EPI.

Foi verificado também que dos 27 estabelecimentos lava-rápido em estudo cerca de 48% possuíam caixa de contenção. Essa caixa funciona como a caixa separadora água/óleo nos postos de combustíveis, ou seja, uma espécie de sistema para filtrar a água residual de maneira a separá-la de resíduos como terra, areia e óleo, para só então ser descartada no esgoto. Os estabelecimentos que contam com essa ferramenta contêm entre duas e três caixas de contenção de maneira que a água residual seja refiltrada. Geralmente estão localizadas próximas a ralos (Figura 68) para facilitar a retirada frequente do material retido. Nos postos de combustíveis estas caixas são maiores e subterrâneas, necessitando de equipamento que sugue o material residual retido.

Figura 68: Ralo com caixa de contenção.

Seria uma inovação funcional, do ponto de vista ambiental, se o material residual da caixa de contenção tivesse a destinação adequada. Constatou-se que todos os estabelecimentos descartam esse material no lixo convencional. Quando se tratam de volumes maiores, caminhões caçamba são contratados, ou seja, de uma maneira ou de outra, este tipo

de resíduo acaba sendo descartado diretamente no aterro sanitário. Assim, a eficiência da utilização da caixa de contenção torna-se questionável.

Os materiais que os estabelecimentos lava-rápido mais utilizam são: detergente, cera, carnaúba e silicone para os pneus. Outros materiais também foram encontrados, porém em menor incidência, como massa para polir, querosene, estopa, entre outros.

O detergente considerado biodegradável é utilizado em praticamente todos os estabelecimentos, porém devido à falta de dados numéricos fornecidos pelos entrevistados não se pôde ter uma idéia das quantidades em questão.

Quanto ao detergente, conhecido como LM ou detergente ativado, constatou-se que 82% dos estabelecimentos o utilizam frequentemente. E apesar da maioria utilizar menos que 50 litros por mês de LM, uma boa parcela dos estabelecimentos (27%) utiliza volumes maiores entre 100 e 200 litros mensalmente (Figura 69).

Figura 69: Quantidade de LM utilizada.

Figura 70: Quantidade de cera utilizada por mês em lava-rápido.

Verificou-se que a maioria dos estabelecimentos utiliza entre 3,0 e 3,9 kg de cera automotiva mensalmente, como mostra a Figura 70.

Figura 71: Quantidade de Carnaúba utilizada mensalmente em lava-rápido.

Quanto à quantidade de Carnaúba, tipo de cera muito utilizada em pára-choque para dar brilho, observa-se na Figura 71 que a maioria dos estabelecimentos (62%) utiliza entre 1,0 e 1,9 kg por mês.

Figura 72: Quantidade de silicone utilizada em lava-rápido.

Com relação à quantidade de silicone (renovador de pneus), a grande maioria (78%) dos estabelecimentos utiliza entre 10 e 20 litros de silicone por mês, como mostra a Figura 72.

Um fato constatado durante as visitas é que boa parte dos resíduos dos materiais utilizados frequentemente nos estabelecimentos lava-rápido acaba indo para o esgoto durante as lavagens de veículos (Figura 73).

Figura 73: Ralo entupido com resíduos.

Certo conhecimento sobre os riscos do uso de produtos químicos desengraxantes novamente foi verificado na maioria dos estabelecimentos. Porém, constatou-se que cerca de 93%, dos estabelecimentos lava-rápido utiliza o Solupan sem o menor receio.

Foi verificado que apesar da maioria dos estabelecimentos (59%) utilizarem menos que 50 litros de Solupan mensalmente (Figura 74), uma parcela significativa (32%) trabalha com volumes maiores que ultrapassam 100 litros por mês, o que se mostra preocupante. Esse tipo de detergente contribui bastante para o pH ácido encontrado na água residual deste tipo de estabelecimento.

Como já mencionado, trata-se de um produto que oferece risco à segurança não somente ambiental, mas também no que diz respeito à saúde do trabalhador.

Figura 74: Quantidade de Solupan utilizada em lava-rápido.

Durante esse estudo constatou-se que apesar dos entrevistados demonstrarem algum conhecimento sobre os riscos do uso de Solupan, sua utilização foi verificada nos três tipos de estabelecimento em estudo.

A Figura 75 mostra as porcentagens de utilização de desengraxante Solupan nos três tipos de estabelecimento em questão.

Figura 75: Porcentagens de utilização de desengraxante Solupan.

No que diz respeito à disposição final dos resíduos, foram verificadas diferentes disposições de acordo com o tipo de material residual, como mostram as figuras a seguir.

Figura 76: Disposição final de resíduos de latas residuais.

Verificou-se que a maioria dos estabelecimentos lava-rápido (67%) descarta suas latas residuais no lixo convencional, sem nenhuma intenção de reciclagem ou reutilização. Apenas

33% entregam as latas a catadores informais, como mostra a Figura 76.

Figura 77: Disposição final de resíduos plásticos.

Para o caso de resíduos plásticos há preocupação quanto a entrega destes resíduos a catadores devido a possíveis contaminações com produtos residuais dentro dos frascos. Porém, os riscos ainda são maiores quando a disposição é feita no lixo convencional. Esse tipo de disposição final foi encontrado na maioria dos casos (67%), como mostra a Figura 77.

Figura 78: Disposição de galões plásticos de 200 litros.

Ainda com relação a resíduos plásticos, a Figura 78 mostra alguns estabelecimentos (26%) que reutilizam galões vazios de 200 litros, trocando-os com o próprio fornecedor por galões com produtos, como no caso de botijões GLP. Esta disposição se mostra adequada já que os galões serão reutilizados para os fins originais, descartando assim, possíveis contaminações pelo uso indevido. Há ainda os estabelecimentos que os entrega a catadores (29%) e outros que os revendem (4%), surgindo novamente a preocupação com possíveis contaminações devido a produtos residuais dentro dos galões, ou ainda, a reutilização indevida. Apesar disso, a maioria (41%) descarta estes galões no lixo convencional.

Figura 79: Disposição final de resíduos de papel e papelão.

Quanto aos resíduos de papel e papelão, a maioria dos estabelecimentos (63%) os descarta diretamente no lixo convencional, como mostra a Figura 79. Para o caso de estabelecimentos lava-rápido esse tipo de resíduo, em geral, não apresenta contaminação significativa por nenhum tipo de produto. Assim, direcionar este resíduo à reciclagem ou ao aterro sanitário podem ser consideradas disposições seguras.

Figura 80: Disposição final de resíduos de vidro.

Para resíduos de vidros, cerca de 70% dos estabelecimentos os dispõem diretamente no lixo convencional (Figura 80). Apenas 30% os entrega a catadores. A preocupação é a mesma quanto a possíveis contaminações devido a substâncias residuais.

Em seguida têm-se os gastos mensais em materiais utilizados nos estabelecimentos lava-rápido (Figura 81). Os gastos variam e o valor médio dos 27 estabelecimentos que responderam a esta questão é de R\$ 500,00, excluindo-se três pontos muito acima da média com gastos entre R\$2.000,00 e R\$3.000,00. Constatou-se que estabelecimentos lava-rápido gastam com materiais, em média, 1/4 do valor gasto por funilarias. Cabe ressaltar que esses dados referentes aos gastos com materiais não foram fornecidos por postos de combustíveis, por certo receio em divulgá-los.

Figura 81: Gasto mensal com materiais utilizados nos estabelecimentos lava-rápido.

Quanto ao número de carros lavados mensalmente, mais uma vez há uma grande variação porém, a quantidade média dos 25 estabelecimentos que responderam a questão é 200 carros por mês (Figura 82). Apenas 2 estabelecimentos não responderam a essa questão.

Figura 82: Número de carros lavados por mês.

5.3.2 Classificação dos resíduos sem análise química

Os materiais mais comumente utilizados em estabelecimentos lava-rápido puderam ser classificados facilmente sem análises químicas. Isso foi possível com base em algumas de suas propriedades físico-químicas conforme descrito no item 4.2 da norma ABNT NBR 10004 (2004).

Quadro 9: Classificação dos materiais mais utilizados em estabelecimentos lava-rápido.

Produto	Características de periculosidade	Classificação
LM	Corrosividade	Classe I - Perigosos
Solupan	Corrosividade	Classe I - Perigosos
Cera automotiva	Inflamabilidade	Classe I - Perigosos
Silicone	Toxicidade Aguda	Classe I – Perigosos
	Inflamabilidade	
	Toxicidade Aguda	

A partir da classificação desses materiais, descrita no Quadro 9, constatou-se que os resíduos de todos esses materiais são classificados como perigosos, classe I. Essa é uma informação importante diante de possíveis descartes de tais produtos diretamente na rede de esgoto.

Assim, fica claro que um gerenciamento cuidadoso deve ser feito nestes estabelecimentos buscando impedir o descarte inadequado destes produtos. Para isso algumas ferramentas tornam-se indispensáveis, como por exemplo a destinação adequada das embalagens com resíduos de tais materiais, a adequação do piso seguro, com a devida impermeabilidade e até mesmo a substituição de alguns destes materiais por outros similares, porém não-perigosos.

5.3.3 Ensaios de Lixiviação

Foram realizados ensaios de lixiviação de acordo com as normas ABNT NBR-10.005 e NBR-10.007 de 2004 para resíduos de quatro diferentes estabelecimentos.

Para esses estabelecimentos de lava-rápido, o mais viável foi coletar amostras dos ralos. As concentrações encontradas das substâncias investigadas estão na Tabela 12.

Tabela 12: Ensaios de lixiviação em lava-rápido.

Ensaio	Pb	Cd	Cr	Ag	As	Hg	Se	Ba	Fluoreto
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
LLR1	0,03	N/D	N/D	0,02	N/D	N/D	N/D	0,01	7,6
LLR2	0,08	N/D	N/D	0,03	N/D	N/D	N/D	0,02	1,27
LLR3	N/D	N/D	N/D	0,02	N/D	N/D	N/D	N/D	3,8
LLR4	N/D	N/D	N/D	0,02	N/D	N/D	N/D	N/D	9,3

As concentrações encontradas estão com valores abaixo do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões do anexo F, da norma ABNT NBR-10.004 de 2004. Isso mostra que os resíduos dos quatro diferentes estabelecimentos foram classificados como não-perigosos, classe II. Quanto a serem inertes ou não, os ensaios de solubilização podem determinar.

Diante da ocorrência de utilização de Solupan nos três tipos de empresas estudadas, análises foram realizadas para classificar esse tipo de produto quanto aos possíveis riscos vinculados ao seu uso. Também foram realizadas análises para classificar LM.

Tabela 13: Análises para classificação de resíduos de Solupan e LM.

Ensaio	Pb	Cd	Cr	Ag	As	Hg	Se	Ba	Fluoreto
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Solupan	5,00	1,6	N/D	1,6	N/D	N/D	N/D	0,8	52,0
LM	14,4	1,6	8,0	N/D	N/D	N/D	N/D	2,4	180

As concentrações em destaque (Tabela 13) estão com valores acima do limite máximo, de acordo com os padrões do anexo F, da norma ABNT NBR-10.004 de 2004. Isso confirma que os dois tipos de produtos, Solupan e LM, foram classificados como resíduos perigosos, classe I.

5.3.4 Ensaios de Solubilização

Foram realizados ensaios de solubilização de acordo com as normas ABNT NBR-10.006 e NBR-10.007 de 2004 para resíduos de quatro diferentes estabelecimentos. As concentrações encontradas das substâncias investigadas estão na Tabela 14.

Tabela 14: Ensaios de solubilização em lava-rápido

Ensaio	Zn	Pb	Cd	Fe	Mn	Cu	Cr	Ag	Na
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
SLR1	0,56	N/D	N/D	1,22	0,16	0,04	N/D	0,04	42,6
SLR2	0,16	N/D	N/D	N/D	0,06	0,10	N/D	0,02	20,8
SLR3	0,30	N/D	N/D	0,84	0,06	N/D	N/D	0,04	47,4
SLR4	0,98	N/D	N/D	2,60	1,04	N/D	N/D	0,02	19,4
SLR5	0,34	N/D	N/D	2,54	1,00	N/D	N/D	0,02	16,0

Ensaio	Al	Cianeto	Fenol	Fluoreto	Nitrato	Cloreto	Sulfato	As, Ba, Hg, Se	pH
Amostra	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	final
SLR1	0,06	N/D	0,174	5,00	5,16	8,0	38,0	N/D	7,38
SLR2	0,02	N/D	0,144	3,40	3,16	16,0	92,0	N/D	7,97
SLR3	0,02	N/D	0,192	22,20	4,40	12,0	20,0	N/D	7,69
SLR4	0,04	N/D	0,200	18,80	5,22	17,0	4,0	N/D	6,98
SLR5	0,04	N/D	0,062	3,24	3,94	11,0	52,0	N/D	7,56

As concentrações em destaque estão com valores acima do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões do anexo G, da norma ABNT-NBR 10.004 de 2004. Isso mostra que os resíduos dos quatro diferentes estabelecimentos foram classificados como não-inertes, classe II A, ou seja, podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

5.3.5 Ensaios para Análise de Água Residual

Foram feitas algumas análises da água da primeira e da terceira caixa separadora, como mostra a

Tabela 15, para se certificar quanto à eficiência do sistema.

Tabela 15: Ensaios para análise de água das caixas separadoras.

	pH	DBO (mg O ₂ /L)	Óleos e graxas (mg solúvel em hexano/L)
Caixa 1	4,11	127,0	189,0
Caixa 3	5,49	123,0	113,0

Observa-se um aumento no valor de pH da primeira para a terceira caixa. Apesar de permanecer ácido, diferentemente do valor da primeira caixa, o novo valor de pH obtido, é permitido segundo o artigo 18 do decreto 8.468 (1976), atualizado pelo decreto 54.487 de 2009, da CETESB.

Quanto à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), apesar de um decréscimo da primeira (127,0 mg O₂/L) para a terceira caixa (123,0 mg O₂/L), o valor continuou muito superior ao permitido pela CETESB (máximo de 60 mg/L).

Já o decréscimo encontrado para óleos e graxas fez com que o valor ficasse mais próximo ao máximo permitido pela CETESB (até 100mg/L).

Fica assim constatado que esse tipo de sistema de caixas separadoras ao longo da tubulação parece viável para água residual de estabelecimentos lava-rápido, necessitando apenas de alguma implementação que diminua ainda mais os valores de DBO desta água.

5.4 Indicadores de sustentabilidade

Com base no tratamento dos dados obtidos via entrevistas, questionários e análise de resíduos, determinaram-se alguns Indicadores de Sustentabilidade das empresas em questão.

5.4.1 Indicadores Sociais

Os Indicadores Sociais compostos com base nos dados obtidos foram Indicadores de número de funcionários por estabelecimento e Indicadores de Segurança do Trabalhador, descritos a seguir.

Tabela 16: Indicadores de número de funcionários por estabelecimento.

Indicadores de Funcionários	Postos	Funilarias	Lava-rápido
Até 19 funcionários	95%	97%	100%
Entre 20 e 99 funcionários	5%	3%	0

Vinculada à determinação dos Indicadores de número de funcionários está a dimensão de investimentos necessários em melhor qualificação de funcionários, quanto às questões não somente ambientais mas também de segurança do próprio indivíduo e do grupo de trabalho. Verifica-se que a grande maioria dos estabelecimentos tem até 19 funcionários (Tabela 16) e, portanto, se houver boa gestão, os investimentos requeridos não serão de grande porte.

Tabela 17: Indicadores de Segurança do Trabalhador .

Indicadores de Segurança	Postos (% uso)	Funilarias (% uso)	Lava-rápido (% uso)
Uso de EPI	0	10	4

Quanto aos Indicadores de Segurança do Trabalhador, dados alarmantes foram constatados em relação ao uso de EPI (equipamentos de proteção individual) nos três tipos de empresa em questão. Apenas uma minoria afirmou que seus funcionários usam EPI regularmente (Tabela 17). Novamente surge a necessidade de que proprietários busquem informações adequadas para que possam atuar de forma mais responsável perante o meio ambiente e para com seus funcionários impondo, por exemplo, o uso obrigatório de EPI. Ressalta-se também a carência em qualificação de funcionários quanto às questões de segurança do próprio indivíduo.

5.4.2 Indicadores Ambientais

Os Indicadores Ambientais compostos com base nos dados obtidos foram Indicadores de consumo de água, energia e materiais, Indicadores de Produção, Indicadores de Segurança Ambiental, Indicadores de Disposição de Recicláveis, Indicadores de Reciclagem de Óleo Queimado, Indicadores de Resíduos Perigosos e Indicadores de Educação Ambiental. Todos serão descritos a seguir.

Tabela 18: Indicadores de consumo de água, energia e materiais.

Indicadores Gasto mensal médio	Postos	Funilarias	Lava-rápido
Água (R\$)	400,00	50,00	200,00
Energia (R\$)	1000,00	100,00	180,00
Materiais (R\$)	-	2000,00	500,00

A partir do conhecimento de indicadores de consumo de água, energia e materiais (Tabela 18) ressalta-se mais uma vez a diferença entre as dimensões de gastos dos empreendimentos.

Constata-se que estabelecimentos, como os postos de combustíveis, com maiores indicadores de consumo de água e energia, precisam buscar meios alternativos que minimizem esses gastos, e consequentemente os possíveis desperdícios de recursos naturais e assim tornem esses dados, indicadores de sustentabilidade.

Para o consumo de água, alternativas a serem consideradas seriam a reutilização da água residual, mesmo que necessário breve tratamento, e também a diminuição de desperdícios, como por exemplo substituindo a lavagem do estabelecimento por varrição quando possível.

Quanto ao consumo de energia, realizar manutenção frequentemente dos equipamentos elétricos necessários para o funcionamento dos postos possibilitaria minimizar o consumo. Além disso, medidas preventivas de desperdícios, como por exemplo, substituição de lâmpadas de alto consumo pelas chamadas ecológicas.

Quanto ao consumo de materiais, os postos de combustíveis não forneceram seus dados, por receio em divulgá-los. É possível estimar que as possibilidades de desperdícios nestes estabelecimentos estariam ligadas sobretudo à ineficiência dos equipamentos para detecção de vazamentos, bem como dos equipamentos responsáveis pelo abastecimento de combustível. Porém não foi possível determinar os indicadores de consumo de materiais.

No caso das funilarias, apresentaram maiores indicadores de consumo de materiais, comparados a estabelecimentos lava-rápido. Uma forma de minimizar o consumo seria seguir o Princípio dos 3 R, a partir da aquisição de material sob medida, reduzindo-se assim possíveis desperdícios, como já ocorre em alguns estabelecimentos. Além disso, reciclar e reutilizar o máximo que não interfira na qualidade do serviço prestado. Dessa forma garantiria o caráter sustentável de seus indicadores.

Tabela 19: Indicadores de Produção.

Indicadores de Produção	Postos (L/mês)	Funilarias (carros /mês)	Lava-rápido (carros /mês)
Combustível movimentado	200.000	-	-
Carros reparados	-	35	-
Carros lavados	-	-	200

Os Indicadores de Produção (Tabela 19) mostram-se mais eficientes se analisados em conjunto com outros Indicadores. Pode-se verificar a viabilidade ou a tendência de lucros do empreendimento, ao se confrontar gastos totais (Indicadores de Consumo) com número de carros lavados, por exemplo. Cabe ressaltar que os lucros citados devem corresponder a lucros sociais, financeiros e sobretudo ambientais.

Pode-se ainda confrontá-los com a classificação de resíduos. Por exemplo, apesar dos resíduos coletados em lava-rápido não terem sido classificados como perigosos, devido ao grande número médio de carros lavados por mês, pode haver uma maior concentração de produtos, como Solupan e LM diagnosticados classe I-perigosos, acumulados nos resíduos no decorrer dos meses. Assim, há uma interferência negativa na sustentabilidade do estabelecimento.

Tabela 20: Indicadores de Segurança Ambiental.

Indicadores de Segurança Ambiental	Postos (% uso)			Funilarias (% uso)	Lava-rápido (% uso)
Piso adequado	Abastecimento	Troca óleo	Lavagem	87	59
	83	38	68		
Caixa separadora (água, óleo, terra)		88		-	48
Resíduo de caixa separadora (descarte seguro)		9		-	0
Cabine de pintura		-		35	-

Quanto aos Indicadores de Segurança Ambiental (Tabela 20), foi encontrado, na maioria dos casos, o chamado concreto usinado. Este tipo de piso é considerado adequado por possuir alta resistência e baixa permeabilidade. Outros tipos de piso não são considerados adequados por não possuírem resistência ao peso e impacto requerido nestas áreas, possibilitando poluição do solo e subsolo, bem como contaminação do lençol freático.

Foi constatado ainda que boa parte dos postos e quase a metade dos estabelecimentos lava-rápido possuíam caixa separadora, e que nenhuma funilaria continha esse tipo de sistema. Esse indicador seria uma inovação funcional, do ponto de vista ambiental, se o material residual da caixa separadora tivesse a destinação adequada. Constatou-se que todos os estabelecimentos lava-rápido descartam esse material de forma não segura, diretamente no lixo convencional, e que apenas 9% dos postos o descartam adequadamente, ou seja, o entrega à empresa autorizada pela ANP.

Ainda com relação aos Indicadores de Segurança Ambiental, foi verificado que uma boa parcela das funilarias (35%) possuía cabine de pintura, assegurando a filtragem do ar antes do seu descarte na atmosfera. Espera-se um aumento neste indicador quando se dispuser de legislação que torne a cabine de pintura obrigatória nas funilarias.

Tabela 21: Indicadores de Disposição de Recicláveis.

Indicadores de Disposição de Recicláveis	Postos		Funilarias		Lava-rápido	
	Catador (%)	Lixo (%)	Catador (%)	Lixo (%)	Catador (%)	Lixo (%)
Latas	-	-	72	14	33	67
Plásticos	-	-	39	61	33	67
Papel	-	-	70	30	37	63
Vidro	-	-	50	50	30	70

Os Indicadores de Disposição de Recicláveis (Tabela 21) mostram que em geral as funilarias destinam seus resíduos recicláveis a catadores, enquanto os estabelecimentos lava-rápido os direciona ao lixo convencional. Essa tendência poderia ser esperada já que os menores Indicadores de Educação Ambiental foram diagnosticados em estabelecimentos lava-rápido. Com relação aos postos de combustíveis não se obteve dados pertinentes a essas questões.

Tabela 22: Indicadores de Reciclagem de Óleo.

Indicadores de Reciclagem	Postos	Funilarias	Lava-rápido
Óleo queimado (L/mês)	200	-	-

Os Indicadores de Reciclagem de Óleo Queimado mostram que o volume médio mensal deste resíduo é bastante significativo (Tabela 22), e seria portanto altamente prejudicial ao meio ambiente o seu descarte inadequado. Segundo consta no Anexo A da norma ABNT NBR-10.004, o óleo lubrificante usado (óleo queimado) é considerado resíduo perigoso Classe I, devido a sua toxicidade.

Tabela 23: Indicadores de Resíduos Perigosos.

Indicadores de Resíduos Perigosos	Postos (% uso)	Funilarias (% uso)	Lava-rápido (% uso)
Solupan	60	13	93

Os Indicadores de Resíduos Perigosos apontam o uso de Solupan nos três tipos de empresa em estudo (Tabela 23). Apesar dos entrevistados demonstrarem algum conhecimento sobre os riscos desse produto, a ocorrência de uso pode ser considerada alta, sobretudo em estabelecimentos lava-rápido. Esse fato torna-se mais preocupante quando se confronta com Indicadores de Segurança do Trabalhador, os quais mostram a baixa incidência de uso de EPI. E também com Indicadores de Segurança Ambiental, que constata possíveis contaminações do solo, subsolo e lençol freático devido ao piso não ideal, à falta de caixas separadoras e ainda ao descarte não adequado do resíduo das caixas separadoras quando existentes.

Tabela 24: Indicadores de Educação Ambiental.

Indicadores de Conhecimento do Tema	Postos (%funcionários que conhece o tema)	Funilarias (%funcionários que conhece o tema)	Lava-rápido (%funcionários que conhece o tema)
Legislação ambiental	51	19	11
Perigo dos resíduos sólidos	76	35	4
Reciclagem	78	29	18
Reutilização	56	19	15
Normas ISO 14.000	15	3	0
Normas ABNT	46	3	0
Classificação dos resíduos sólidos	34	10	0

A partir dos Indicadores de Educação Ambiental, constata-se a carência em conhecimento de temas de grande relevância para as empresas automotivas em estudo (Tabela 24). Principalmente quanto à gestão e gerenciamento de seus resíduos, classificados como resíduos sólidos industriais.

Apesar desses indicadores serem maiores em postos de combustíveis, cabe ressaltar que se faz necessário investimentos em educação ambiental para que todos os trabalhadores do ramo tenham acesso ao conhecimento, sobretudo de questões ambientais. Isto devido ao alto impacto que as atividades dos postos podem causar ao meio ambiente. Foi verificado que apenas dois estabelecimentos fazem investimentos neste sentido.

Constatou-se ainda que os menores Indicadores de Educação Ambiental foram diagnosticados em estabelecimentos lava-rápido, o que é muito preocupante. A grande maioria dos funcionários desconhece a legislação ambiental, bem como os demais temas abordados, que deveriam ser considerados altamente relevantes não só ao meio ambiente como também à segurança do próprio funcionário. Novamente se faz necessário investimentos em educação ambiental.

5.4.3 Indicadores Econômicos

Quanto aos Indicadores Econômicos, constata-se a falta de investimentos em pesquisas e tecnologias que garantam desenvolvimento sustentável das empresas.

Fica evidente também a carência de Indicadores Econômicos relacionados a investimentos em capacitação de funcionários, buscando melhorias na qualidade, no meio ambiente, sociais e na segurança dos trabalhadores das empresas em questão.

6. CONCLUSÕES

Com relação à metodologia utilizada para coleta de dados primários tem-se que:

- Mostrou-se eficiente quanto à veracidade dos relatos, já que os dados obtidos com os questionários puderam ser automaticamente confirmados com as visitas.
- A coleta de resíduos se mostrou adequada já que houve preocupação em se conservar as particularidades de cada amostra, embalando-as duplamente e evitando possíveis contaminações.

Com relação aos recursos utilizados na análise dos resíduos tem-se que:

- A classificação dos resíduos sem análise química se mostrou um ferramenta prática e eficaz, já que classifica o resíduo diretamente com base em suas características físico-químicas, sem nenhum tipo de ensaio.
- A partir da classificação sem análise química, constatou-se que os resíduos dos produtos mais utilizados em postos, funilarias e lava-rápidos são classificados como perigosos, classe I. Assim, fica claro que um gerenciamento cuidadoso deve ser feito nestes estabelecimentos buscando impedir o descarte inadequado destes produtos. Para isso algumas ferramentas tornam-se indispensáveis, como por exemplo a destinação adequada das embalagens com resíduos de tais materiais, a adequação do piso seguro, com a devida impermeabilidade e até mesmo a substituição de alguns destes materiais por outros similares, porém não-perigosos.
- As concentrações encontradas para os ensaios de Lixiviação, realizados para os três tipos de empresas em estudo, estavam abaixo do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões encontrados no anexo F, da norma ABNT NBR 10.004 (2004). Isso mostra que os resíduos dos diferentes estabelecimentos foram classificados como não-perigosos, classe II. Cabe ressaltar que devido à grande heterogeneidade encontrada nos resíduos, essa análise, mesmo se buscando seguir a ABNT NBR 10.007, pode ter sido prejudicada, de forma a não retratar minuciosamente o tipo de resíduo.
- As concentrações encontradas para os ensaios de Lixiviação, realizados para os produtos Solupan e LM, muito utilizados em grande parte dos estabelecimentos, estavam com valores acima do limite máximo, de acordo com os padrões do anexo F, da norma ABNT NBR-10.004 (2004). Isso confirma que os dois tipos de produtos, foram classificados como resíduos classe I-perigosos.
- As concentrações encontradas para os ensaios de Solubilização, realizados para os três tipos de empresas em estudo, estão com valores acima do limite máximo no extrato, de acordo com os padrões encontrados no anexo G, da norma ABNT NBR 10.004 (2004). Isso mostra que os resíduos dos diferentes estabelecimentos foram

classificados como não-inertes, classe II A, possivelmente devido à dissolução dos produtos perigosos. Ainda assim esses resíduos podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Análises de BTEX confirmaram que o solo utilizado para descarte de óleo queimado, em um posto de combustível, está contaminado. Isso já era esperado visto que, de acordo com o Anexo A da NBR-10004 da ABNT (2004), o óleo queimado é classificado como classe I – perigoso devido a sua toxicidade.
- As análises de água residual permitiram constatar a eficiência de técnicas alternativas, encontradas nos estabelecimentos, com objetivo de aprimorar o gerenciamento de resíduos.

Com relação às análises de água residual, tem-se que:

- A ETE apresenta boa eficiência já que adéqua a água residual de postos de combustíveis aos padrões permitidos pela CETESB, garantindo que não haja contaminações significativas devido ao descarte desta água diretamente no rio.
- É baixo o potencial apresentado pelo tanque utilizado para lavagem de partículas na saída de cabines de pintura em funilarias. Além disso, seria necessário um gerenciamento adequado quanto ao descarte das partículas decantadas neste tanque.
- O sistema de caixas separadoras, ao longo da tubulação, se mostra viável para água residual de estabelecimentos lava-rápido, necessitando apenas de alguma implementação que diminua ainda mais os valores de DBO desta água.

Com relação à composição de Indicadores de Sustentabilidade como um todo, tem-se que:

- A metodologia utilizada para coleta de dados primários, bem como para a análise de resíduos se mostrou eficiente, já que forneceu meios de compor Indicadores Sociais,

Ambientais e Econômicos que diagnosticaram o nível de sustentabilidade das empresas.

Com relação aos Indicadores Sociais, conclui-se que:

- Os investimentos requeridos para melhor qualificação de funcionários, quanto às questões ambientais e de segurança do próprio indivíduo não serão de grande porte, baseado nos Indicadores de número de funcionários por estabelecimento.
- É realmente necessário que proprietários busquem informações adequadas para que possam atuar de forma mais responsável perante o meio ambiente e para com seus funcionários impondo, por exemplo, o uso obrigatório de EPI. Isso com base nos Indicadores de Segurança do Trabalhador.

Com relação aos Indicadores Ambientais, conclui-se que:

- Os postos de combustíveis, com maiores indicadores de consumo de água e energia, precisam buscar meios alternativos que minimizem esses gastos e conseqüentemente os possíveis desperdícios de recursos naturais, e assim tornem esses dados, indicadores de sustentabilidade. A reutilização da água residual, mesmo que necessário breve tratamento, e a manutenção freqüente de equipamentos elétricos, por exemplo, minimizariam esses desperdícios.
- É necessário minimizar o consumo de materiais em funilarias, seguindo, por exemplo, o Princípio dos 3 R, a partir da aquisição de material sob medida, reduzindo-se assim possíveis desperdícios. Além disso, reciclar e reutilizar o máximo que não interfira na qualidade do serviço prestado. Dessa forma garantindo o caráter sustentável de seus indicadores.
- Com base nos Indicadores de Segurança Ambiental, a caixa separadora água/óleo seria uma inovação funcional, do ponto de vista ambiental, se o material residual dessa caixa tivesse a destinação adequada. Constatou-se que todos os estabelecimentos lava-

rápido descartam esse material de forma não segura, diretamente no lixo convencional, perdendo assim a funcionalidade da caixa. Conclui-se que é de extrema importância um controle rígido dos órgãos ambientais para que esse descarte ocorra de maneira segura.

- Existe carência de legislação que torne a cabine de pintura obrigatória nas funilarias assegurando a filtragem do ar antes do seu descarte na atmosfera. Ainda baseado nos Indicadores de Segurança Ambiental.
- O uso de Solupan (classe I-perigoso) pode ser considerado preocupante quando se confronta com Indicadores de Segurança do Trabalhador, os quais mostram a baixa incidência de uso de EPI. E também com Indicadores de Segurança Ambiental, que constata possíveis contaminações do solo, subsolo e lençol freático devido ao piso não ideal, à falta de caixas separadoras e ainda ao descarte não adequado do resíduo das caixas separadoras quando existentes.
- Existe uma correlação entre Indicadores de Educação Ambiental e os Indicadores de Disposição de Recicláveis. Assim, quanto maior a carência em Educação Ambiental, maior será a ocorrência de disposição inadequada de materiais recicláveis, por exemplo.

Com relação aos Indicadores Econômicos, conclui-se que:

- Nos três tipos de empresas estudadas, existe falta de investimentos em pesquisas e tecnologias que garantam desenvolvimento sustentável das empresas
 - Existe também carência de investimentos em capacitação de funcionários, buscando melhorias na qualidade, no meio ambiente, sociais e na segurança dos trabalhadores das empresas em questão.
-

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se nos Indicadores de Sustentabilidade compostos na presente pesquisa, constata-se que a maior parte das empresas estudadas não apresentou níveis adequados de sustentabilidade. Isso se deve, sobretudo ao fato de grande carência de investimentos em capacitação de pessoal, inclusive do proprietário que em geral não se mostra consciente quanto a conhecimentos considerados imprescindíveis ao que se define por desenvolvimento sustentável. E também investimentos em tecnologias que possam, de certo modo, unir o lucro à preservação ambiental e segurança dos funcionários, melhorando assim Indicadores Sociais, Ambientais e Econômicos, em busca da sustentabilidade da empresa.

Cabe ressaltar que incentivos de órgãos públicos (municipais, estaduais e federais) em muito viabilizariam esse tipo de investimento por parte do proprietário. Para isso, campanhas, treinamentos, bem como redução de impostos seriam eficientes ferramentas.

Além disso, legislação mais rígida que assegure o desenvolvimento sustentável, para os três tipos de empresas em questão, traria maior controle quanto a atitudes consideradas inadequadas.

8. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A fim de dar continuidade a esta pesquisa, sugere-se:

- Propor e empregar material educativo que permita um avanço em Educação Ambiental aos funcionários, e proprietários, das empresas estudadas.
- Buscar tecnologias alternativas que melhorem o desempenho daquelas já utilizadas, em busca de redução de resíduos descartados incorretamente.
- Expandir o estudo para outras empresas do ramo automobilístico, como por exemplo, oficinas mecânicas.

9. REFERÊNCIAS

ALLEN, M.K.; WEBER, R.S. **Method and apparatus for recycling water in a car wash**. U.S. Patent, vol. 986, nº 3, p.662, september 18. 1978.

ALCAR ABRASIVOS. **Lixas**.

Disponível em: <<http://www.alcar.com.br/produtos/lixas.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

ALLAWAY, D. “Does source reduction work?”. **Resource Recycling**, 1992: p.53-61.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: 26 de nov. 2006.

BATISTA, L. N. **Guia para uso de Tintas e Solventes**. Disponível em: <http://aviationexperten.sites.uol.com.br/mod_002.htm> . Acesso em: 20 abr. 2010.

BENEVOLO, L. **História da Cidade**, Trad. Silvia Mazza. São Paulo: Perspectiva, 1993.

BISHOP, P. L. Pollution Prevention: A New Paradigm for Engineering Education. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 123, 2000: p.505-51.

BORTOLUZZI, A. B. **Gerenciamento Ambiental dos postos de revenda de combustíveis líquidos: um estudo de caso**.2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2004.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. G. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo. CETESB, 1979.

BRUGGER, E. A. et al. **Desenvolvimento Sustentável na América Latina: a visão empresarial**. Niederurnen: Lloyd Timberlake, 1991.

CALDERONI, S. **Os Bilhões perdidos no lixo**. 4ª edição. São Paulo: Humanitas Editora, 2003. 346p.

CAPELINI, M. **Proposta de minimização de resíduos sólidos em indústrias de acabamento de metais: estudo de caso**.1999. 120p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Reduzindo, reutilizando, reciclando:** a Indústria Ecoeficiente. São Paulo. 2000.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Mercado de recicláveis.** 2004. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/2004-0102_mercado.php>. Acesso em: 20 fev. 2004.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 12 jan. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA):

_____ **Resolução n ° 1**, de 23 de Janeiro de 1986.

_____ **Resolução n ° 9**, de 31 de Agosto de 1993.

_____ **Resolução n ° 273**, de 29 de Novembro de 2000.

_____ **Resolução n ° 313** de 29 de Outubro de 2002

_____ **Resolução n ° 362**, de 23 de Junho de 2005.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Levantamento de Resíduos Sólidos Industriais no Estado de São Paulo. **Revista Saneamento ambiental.** São Paulo, n° 82, p. 17, 2001.

CRAIGHILL, A. L., ; POWELL, J. C.. Lifecycle assessment and economic evaluation of recycling: a case study. **Resources, Conservation and Recycling**, v.17, p. 75-96, 1996.

DEÁK, C.; SCHIFFER, S.R. **O processo de urbanização no Brasil.** São Paulo, EDUSP, 1999.

ECOL – Washington State Department of Ecology. **Vehicle and Equipment Washwater Discharges: Best Management Practices.** June, 1995.

FERNANDEZ, J. A. B. **Contribuição para políticas públicas:** Alternativas de gerenciamento de embalagens cartonadas pós-consumo. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação e Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2003.

FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico) – Gol Química. Disponível em: <<http://www.golquimica.com.br/pdf/FISPQTH8000.pdf>> . Acesso em: 20 abr. 2010.

FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico) – Maxi Rubber. Disponível em: <<http://www.maxirubber.com.br/fispq.asp>> Acesso em: 20 abr. 2010.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. Hierarchical Metrics for Sustainability. **Environmental Quality Management**, v.12, n.2. p. 21-30. 2002.

GRIMBERG, E., E.; BLAUTH, P. , P. **Coleta Seletiva:** Reciclando materiais, reciclando valores. Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais, PÓLIS, 1998, p. 104.

GUIGUER, A. **Poluição das águas subterrâneas e do solo causada por vazamento em postos de abastecimento**. Waterloo Hydrogeolic, Canadá, 1993.

HART, K. **Keep Legionella out of your customer's reclaim system**. Water Technology. 2001. Disponível em: <<http://www.watertechonline.com/article.asp?indexid=6631879>>. Acesso em 8 jan. 2010.

HASAN, S.E. **Geology and hazardous waste management**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

HIGGINS, T. E. **Pollution Prevention Handbook**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995.

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro. 2001. 197 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2002. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Rio de Janeiro: 2002. 397 p.

JÖNSSON, C.; JÖNSSON, A.S. **The influence of degreasing agents used at car washes on the performance of ultrafiltration membranes**. Desalination, 100: 115-123.1995.

KOO, B. **Carwash reclaim systems use water treatment technologies**. Water Technology, july, 2001. Disponível em: <http://www.watertechonline.com/article.asp?indexid=6630300>. Acesso em: 8 jan.2010.

KRAJNC, D., e P. GLAVIC. **Indicator for Sustainable Production**. Clean Technology Environmental Policy, v.5, p.279-288. 2003.

LARSON, T. J., e H. J. BROWN. **Designing Metrics That Fit: Rethinking Corporate Environmental Performance Measurement Systems**. Environmental Quality Management. Spring issue, p. 81-88. 1997.

LAUGHLIN, D. DAN AYRES, P.G., BRIAN CLARK, P.E. **Join the Reclaim Revolution. A new generation of water-reclaim systems leads the way**. 2001. Disponível em: <<http://www.moderncarcare.com/articles/151feat10.html>> Acesso em: 8 jan. 2010.

LEME, M.C.S. **Urbanismo no Brasil 1895-1965**. São Paulo: Studio Nobel/FAUUSP/FUPAM, 1999.

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. 1.edição. Campina Grande, 2001. 267 p.

LOBER, D. J. Municipal solid waste policy and public participation in household source reduction., v. 14. **Waste Management & Research**, p. 125-143, 1996.

LOGAREZZI, A. Contribuições conceituais para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações de educação ambiental. In: LEAL, A.C. **Resíduos Sólidos no Pontal do Paranapanema**. Presidente Prudente, São Paulo, Antonio Thomaz Junior, p. 221-244. 2004.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP)**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MARQUES et al, C. M. **O Licenciamento Ambiental dos Postos de Revenda Varejista de Combustíveis de Goiânia**, Universidade Católica de Goiás, Goiânia - GO. 2005.

MARTINS, G. D. **Levantamento qualitativo dos resíduos sólidos industriais gerados nas micro e pequenas indústrias do município de São Carlos (SP) e panorama atual dos inventários estaduais**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

MASSUKADO, L.M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2008. 182 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MATOS, S.V. **Proposta de Minimização de Resíduos Sólidos Industriais: Estudo de Caso com Areia de Fundição**. 1997. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1997.

MILANEZ, B. **Resíduos Sólidos e Sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2002.

OLIVEIRA, E.K; FERREIRA, F.S. **O Sistema de Custeio ABC como Ferramenta de Gestão Empresarial: um estudo de caso da Ouricar Veículos de Ourinhos/SP**. Disponível em: < <http://www.faesd.edu.br/horusjr/artigos/Artigo11.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2008.

OLIVEIRA, R.M. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000. p. 19-40.

PAXÉUS, N. **Vehicle washing as a source of organic pollutants in municipal wastewater**. Wat. Sci. Tech., 33: 1-8.1996

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento –. **Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal 2000**. Disponível em: <[http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20\(pelos%20dados%20de%202000\).htm](http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20(pelos%20dados%20de%202000).htm)> Acesso em: 5 jan. 2010

PRIOR, S. **Wastewater Treatment Should Cater to Carwash's Needs**. 2000. Disponível em: <<http://www.moderncarcare.com/Articles/0a1feat1.html>>, Acesso em: 8 jan. 2010.

READ, A.D. Making Waste Work: making UK national solid waste strategy work at the local scale. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 16, p. 259-285, 1999.

RIBEIRO, M.S.; GRATÃO, A. D. **Custos Ambientais: O caso das empresas distribuidoras de combustíveis**. VII Congresso Brasileiro de Custos, Recife – PE, 2000.

ROCHA, S. P. B.; SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D.D. Análise dos impactos ambientais causados pelos Postos de distribuição de combustíveis: uma visão integrada. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Florianópolis-SC, 2004.

SANÇA, R. L. R. **Fatores inibidores do uso de técnicas ambientais nos postos de combustíveis: um estudo de caso em Natal/RN**. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, 2006.

SANTOS, C. **Prevenção à Poluição Industrial: Identificação de Oportunidades, Análise dos Benefícios e Barreiras**. 2005. Tese (Doutorado), – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

SCHALCH, V. **Análise Comparativa do Comportamento de dois aterros sanitários semelhantes e correlações dos parâmetros do processo de digestão anaeróbia**. 1992. 220p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1992.

SCHALCH, V. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Disciplina do Curso de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento, São Carlos, período ago-dez (notas de aula) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

SEADE - Sistema Estadual de Dados . **Perfil municipal**. Disponível em <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>. Acessado em: 8 de janeiro de 2010.

SECEROV-SOKOLOVIC, R.; SOKOLOVIC, S.; GALESEV, B. **New technology for wastewater treatment**. Wat. Sci. Tech., 26:2507-2509. 1992.

SHEN, T. T. **Industrial Pollution Prevention**. Berlin: Springer- Verlag, 1995.

SILVA, S. R. M. **Indicadores de Sustentabilidade Urbana: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

SUPPLYSERVICE (empresa credenciada pela ANP). **Coleta de óleo usado**. Disponível em: <http://www.supplyservice.com.br/coleta.php> Acesso em: 28 abr. 2010.

TABACZENSKI, R. R. **Subsídios para implementação de sistema de gestão ambiental de resíduos sólidos industriais do município de São Carlos**. Convênio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). 2003.

TEIXEIRA, P. C. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

TEIXEIRA, B. A. N. Gestão dos resíduos sólidos: desafio para as cidades. In: CARVALHO, P.F.; BRAGA, R. **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. UNESP, Rio Claro. 2001. p. 77 – 85.

TEIXEIRA, B. A. N.; ZANIN, M. Reciclagem e Reutilização de Embalagens. In: BIDONE, F.R.A. **Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro: ABES/RiMa, 1999. p. 25-30.

THOMAS, S. T. **Facility Manager's Guide to Pollution Prevention and Waste**. 1st ed: . Washington: BNA Books, 1995.

UNEP - United Nations Environmental Programme - **Cleaner Production Key Elements**, 2003. Disponível em:
http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/cp_policies.htm.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Development Document for Effluent Limitations**: guidelines and standards for the auto and other laundries point source category. EPA 820-B-80-100, Office of Water and Waste Management, Washington, D.C.1980

USEPA- United States Environmental Protection Agency. **Facility Pollution Prevention Guide**. EPA/600/R-92/088, Pollution Prevention Office. Ohio. 1992.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **The Class V Underground Injection Control Study**. EPA/816-h-99-014d. vol4, Office of Water and Waste Management, Washington, D.C.1999.

VALLE, C.E. **Como se preparar para as normas ISO 14000**: Qualidade ambiental. São Paulo: Pioneira, 1995. 137 p.

WILSON, D. C. Stick or Carrot?: The use of policy measures to move waste management up the hierarchy, v. 14. **Waste Management & Research**, p. 385-398. 1996.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C.F.A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos In: CASTILHOS JR., J. A. **Resíduos Sólidos Urbanos** : Aterro Sustentável para município de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, p.01-18, 2003.