

**Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção**

**INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL
PARA A INDÚSTRIA CERÂMICA**

Dissertação de Mestrado

Cláudia Bianchini

Florianópolis

2001

**INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA A
INDÚSTRIA CERÂMICA**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção**

**INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL
PARA A INDÚSTRIA CERÂMICA**

Cláudia Bianchini

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Florianópolis


2001

Cláudia Bianchini

**INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL
PARA A INDÚSTRIA CERÂMICA**


Esta dissertação foi julgada e aprovada para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia de
Produção no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de outubro de 2001.



Dr. Ricardo Mirando Barcia - Coordenador do Curso


BANCA EXAMINADORA



Orientador - Dr. Sebastião Roberto Soares



Dr. Armando Borges Castilhos



Dr. Vladilen dos Santos Villar

Dedico este trabalho aos dois homens de
minha vida: meu pai e meu marido.

Agradecimentos

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Em especial:

Ao amigo, professor e orientador, Dr. Sebastião Roberto Soares, pela orientação, contribuição e paciência.

Aos colegas da empresa Cecrisa, pela colaboração e pela oportunidade que me proporcionaram para a realização deste trabalho.

À minha mãe, Marilda, pela força e compreensão nesta caminhada.

Aos companheiros da Banca Examinadora, Dr. Armando Borges de Castilhos e ao Dr. Vladilen dos Santos Villar, pelas valiosas correções e sugestões que muito engrandeceram este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE QUADROS	IX
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIII
1 INTRODUÇÃO GERAL	01
1.1 Justificativa	01
1.2 Objetivos	01
1.2.1 Objetivo Geral	01
1.2.2 Objetivos Específicos	02
1.3 Metodologia	02
2 INDICADORES DE QUALIDADE	04
2.1 Introdução	04
2.2 Benefícios Decorrentes da Qualidade	05
2.3 Procedimentos de Avaliação da Qualidade	05
2.4 Características dos Indicadores	06
2.5 Estrutura de um Indicador	07
2.6 Finalidade de um Indicador	08
2.7 Implantação da Medição dos Indicadores	08
2.8 Metodologia do Indicador	09
2.9 Especificação dos Indicadores	10
2.10 Tipos de Indicadores da Qualidade	11
2.10.1 Indicadores de Desempenho	11
2.10.2 Indicadores de Suporte	11
2.10.3 Indicadores da Qualidade Propriamente Ditos	12
3 INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	13
3.1 Introdução	13
3.2 Definição de Indicador e Índice	13
3.3 Indicadores Ambientais	14
3.4 Classificação dos Indicadores	15
3.5 Tipos de Indicadores	16
3.6 Critérios de Seleção dos Indicadores	17
3.7 Objetivos dos Indicadores Ambientais	18
3.8 Vantagens dos Indicadores Ambientais	18
3.9 Sistemas de Indicadores Ambientais (SIA)	19
3.10 Considerações Metodológicas para a Construção de Índices	20
3.11 Índice Ambiental Global	20
3.11.1 Exemplo do Cálculo do Índice Ambiental Global	20
3.12 Indicador Ar	23
3.12.1 Fontes de Poluição	23
3.12.2 Principais Pontos de Geração de Poluente em uma Indústria	24
3.12.3 Sistemas de Controle	25
3.13 Indicador Água	25
3.13.1 Poluição das Águas	25
3.13.2 Indicadores de Qualidade da Água	26
3.13.3 Efluentes Líquidos	28
3.13.4 Sistemas de Controle	29
3.14 Indicador Resíduo Sólido	30
3.14.1 Poluição do Solo	30

3.14.2 Classificação dos Resíduos	31
3.14.3 Classificação Segundo a NBR 10.004	31
3.15 Indicador Ruído	33
3.15.1 Fontes de Poluição Sonora	34
3.15.2 Conseqüências da Poluição Sonora	34
3.16 Indicador Recursos Naturais	35
3.16.1 Recursos Renováveis e Exauríveis	35
3.16.2 Produtos Oriundos de Matérias-Primas Renováveis	36
3.16.3 Produtos Oriundos de Matérias-Primas Não Renováveis	36
4 ESTUDO DE CASO	38
4.1 Introdução	38
4.2 Histórico da Cecrisa	38
4.2.1 Histórico da Cecrisa Unidade V	39
4.3 Descrição do Processo Cerâmico	40
4.3.1 Preparação de Massa	40
4.3.2 Prensagem	41
4.3.3 Secagem	41
4.3.4 Preparação de Esmaltes	41
4.3.5 Preparação de Tintas	43
4.3.6 Esmaltação/Decoração	43
4.3.7 Queima	45
4.3.8 Classificação	45
4.3.9 Expedição	46
4.4 Levantamento dos Impactos Ambientais	49
4.4.1 Macrofluxo do Processo Selecionado – Preparação de Massa	48
4.5 Diagnóstico Ambiental	51
4.5.1 Setor de Preparação da Massa/Atomização	51
4.5.2 Setor de Prensagem/Secagem	54
4.5.3 Setor de Esmaltes e Tintas (SET)	55
4.5.4 Setor de Esmaltação	56
4.5.5 Queima	57
4.5.6 Classificação	58
4.5.7 Expedição	59
5 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES AMBIENTAIS COM EMPREGO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO	61
5.1 Introdução	61
5.2 Pontos de Vista	61
5.3 Área de Interesse (AI)	62
5.4 Descritores	62
5.4.1 Tipos de Descritores	62
5.4.2 Propriedades dos Descritores	62
5.5 A Metodologia Macbeth	63
5.5.1 Abordagem das Preferências Locais – Escalas Cardinais	63
5.5.2 Construção da Escala de Valor Cardinal	63
5.5.3 Modelagem de Preferência Global – Escala Ordinal	64
5.5.4 Metodologia Empregada para as Fases de Estruturação e Avaliação dos Indicadores de Qualidade Ambiental	65
6 FASE DE AVALIAÇÃO	110
6.1 Introdução	110
6.2 Avaliação Global das Ações Potenciais	110
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	121
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	126
ANEXO I – LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS SUB-PROCESSOS DE	

PRODUÇÃO	127
ANEXO II - BALANÇO DE MASSA DO PROCESSO CERÂMICO	139
ANEXO III - BALANÇO HÍDRICO	140
ANEXO IV - CARACTERÍSTICAS DAS EMISSÕES GASOSAS – ATOMIZADOR	141
ANEXO V - CARACTERÍSTICAS DAS EMISSÕES GASOSAS – FORNOS	144
ANEXO VI - QUADROS DOS VALORES QUANTIFICADOS NO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ...	148

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Método para estabelecer indicadores ambientais	15
Figura 2: Fluxograma do Processo Cerâmico	48
Figura 3: Macrofluxo do sub-processo – preparação de massa	49
Figura 4: Árvore de pontos de vista – IAAG	66
Figura 5: Árvore de pontos de vista – IAAR	81
Figura 6: Árvore de pontos de vista – IARN	86
Figura 7: Árvore de pontos de vista – IARS	90
Figura 8: Árvore de pontos de vista – IARU	103
Figura 9: Árvore dos indicadores ambientais para modelo de avaliação – HIVIEW	111
Figura 10: Estrutura arborescente para a área de interesse IARN	112
Figura 11: Escala do PVF GLP	114
Figura 12: Escala do PVF Carvão	114
Figura 13: Escala do PVF Esmalte	114
Figura 14: Escala do PVF Massa	114
Figura 15: Avaliação Global dos PVFs – Combustível	115
Figura 16: Avaliação Global dos PVFs – Matéria-Prima	115
Figura 17: Avaliação Global das AI	115
Figura 18: Taxas de substituição e estados potenciais das AIG	116
Figura 19: Análise de Dominância do Indicador Ar	116
Figura 20: Análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Ar	116
Figura 21: Análise de dominância dos RN	117
Figura 22: Análise de sensibilidade do Indicador ambiental – Recursos Naturais (RN)	117
Figura 23: Análise de dominância do Indicador Resíduo Sólido (RS)	118
Figura 24: Análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Resíduo Sólido (RS)	118
Figura 25: Análise de Dominância do Indicador Ambiental Água (AG)	119
Figura 26: Análise de Sensibilidade do Indicador Ambiental Água (AG)	119
Figura 27: Análise de Dominância do Indicador Ambiental Ruído	120
Figura 28: Análise de Sensibilidade do Indicador Ambiental Ruído	120
Figura 29: Macrofluxo do sub-processo – prensagem	127
Figura 30: Macrofluxo do sub-processo – secagem	129
Figura 31: Macrofluxo do sub-processo – preparação de esmalte	130
Figura 32: Macrofluxo do sub-processo – esmaltação	132
Figura 33: Macrofluxo do sub-processo – queima	134
Figura 34: Macrofluxo do sub-processo – classificação	136
Figura 35: Macrofluxo do sub-processo – expedição	138

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Padronização dos Índices Ambientais do Ar Interno (IAARi)	21
Quadro 2: Padronização dos Índices Ambientais do Ar Externo (IAARe)	21
Quadro 3: Padronização dos Índices Ambientais do Ruído (IARU)	21
Quadro 4: Padronização dos Índices Ambientais de Resíduos Sólidos (IARS)	22
Quadro 5: Padronização dos Índices Ambientais da Água (IAAG)	22
Quadro 6: Principais contaminantes atmosféricos emitidos no subprocesso cerâmico	25
Quadro 7: Composição média dos efluentes do setor de esmalte	29
Quadro 8: Principais alternativas para tratamento dos efluentes líquidos utilizados nas indústrias cerâmicas localizadas na região sul catarinense	30
Quadro 9: Classificação dos resíduos sólidos na indústria cerâmica	32
Quadro 10: Composição química do lodo resultante do sistema de tratamento da esmaltação	33
Quadro 11: Descritor do PVF1	67
Quadro 12: Matriz semântica do PVF 1	67
Quadro 13: Descritor do PVF2	67
Quadro 14: Matriz semântica do PVF 2	68
Quadro 15: Descritor do PVF3	68
Quadro 16: Matriz semântica do PVF 3	68
Quadro 17: Descritor do PVF4	68
Quadro 18: Matriz semântica do PVF 4	69
Quadro 19: Descritor do PVF5	69
Quadro 20: Matriz semântica do PVF 5	69
Quadro 21: Descritor do PVF6	69
Quadro 22: Matriz semântica do PVF 6	70
Quadro 23: Descritor do PVF7	70
Quadro 24: Matriz semântica do PVF 7	70
Quadro 25: Descritor do PVF8	70
Quadro 26: Matriz semântica do PVF 8	71
Quadro 27: Descritor do PVF9	71
Quadro 28: Matriz semântica do PVF 9	71
Quadro 29: Descritor do PVF10	71
Quadro 30: Matriz semântica do PVF 10	72
Quadro 31: Descritor do PVF11	72
Quadro 32: Matriz semântica do PVF 11	72
Quadro 33: Descritor do PVF12	72
Quadro 34: Matriz semântica do PVF 12	73
Quadro 35: Descritor do PVF13	73
Quadro 36: Matriz semântica do PVF 13	73
Quadro 37: Descritor do PVF14	73
Quadro 38: Matriz semântica do PVF 14	74
Quadro 39: Descritor do PVF15	74
Quadro 40: Matriz semântica do PVF 15	74
Quadro 41: Descritor do PVF16	75
Quadro 42: Matriz semântica do PVF 16	75
Quadro 43: Descritor do PVF17	75
Quadro 44: Matriz semântica do PVF 17	75
Quadro 45: Descritor do PVF18	76
Quadro 46: Matriz semântica do PVF 18	76
Quadro 47: Descritor do PVF19	76
Quadro 48: Matriz semântica do PVF 19	76
Quadro 49: Descritor do PVF20	77
Quadro 50: Matriz semântica do PVF 20	77
Quadro 51: Descritor do PVF21	77

Quadro 52: Matriz semântica do PVF 21	77
Quadro 53: Descritor do PVF22	78
Quadro 54: Matriz semântica do PVF 22	78
Quadro 55: Descritor do PVF23	78
Quadro 56: Matriz semântica do PVF 23	78
Quadro 57: Descritor do PVF24	79
Quadro 58: Matriz semântica do PVF 24	79
Quadro 59: Índice Ambiental da Água	80
Quadro 60: Descritor do PVF1	81
Quadro 61: Matriz semântica do PVF 1	82
Quadro 62: Descritor do PVF2	82
Quadro 63: Matriz semântica do PVF 2	82
Quadro 64: Descritor do PVF3	83
Quadro 65: Matriz semântica do PVF 3	83
Quadro 66: Descritor do PVF4	83
Quadro 67: Matriz semântica do PVF 4	83
Quadro 68: Descritor do PVF5	84
Quadro 69: Matriz semântica do PVF 5	84
Quadro 70: Descritor do PVF6	84
Quadro 71: Matriz semântica do PVF 6	84
Quadro 72: Descritor do PVF7	85
Quadro 73: Matriz semântica do PVF 7	85
Quadro 74: Descritor do PVF8	85
Quadro 75: Matriz semântica do PVF 8	85
Quadro 76: Índice Ambiental do Ar	86
Quadro 77: Descritor do PVE 1.1.....	87
Quadro 78: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 1	87
Quadro 79: Descritor do PVE 2.1.....	87
Quadro 80: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 2	88
Quadro 81: Descritor do PVE 3.1.....	88
Quadro 82: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 3	88
Quadro 83: Descritor do PVE 4.1.....	89
Quadro 84: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 4	89
Quadro 85: Índice Ambiental dos Recursos Naturais	89
Quadro 86: Combinações dos possíveis PVEs	91
Quadro 87: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 1	91
Quadro 88: Combinações dos possíveis PVE	92
Quadro 89: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 2	92
Quadro 90: Combinações dos possíveis PVEs	92
Quadro 91: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 3	93
Quadro 92: Combinações dos possíveis PVEs	93
Quadro 93: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 4	93
Quadro 94: Combinações dos possíveis PVEs	94
Quadro 95: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 5	94
Quadro 96: Combinações das possíveis PVEs	95
Quadro 97: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 6	95
Quadro 98: Combinações dos possíveis PVEs	95
Quadro 99: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 7	96
Quadro 100: Combinações dos possíveis PVEs	96
Quadro 101: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 8	96
Quadro 102: Combinações dos possíveis PVEs	97
Quadro 103: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 9	97
Quadro 104: Combinações dos possíveis PVEs	98
Quadro 105: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 1	98
Quadro 106: Combinações dos possíveis PVEs	98
Quadro 107: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 11	99
Quadro 108: Combinações dos possíveis PVEs	99
Quadro 109: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 12	99
Quadro 110: Combinações dos possíveis PVEs	100
Quadro 111: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 13	100

Quadro 112: Combinações dos possíveis PVEs	100
Quadro 113: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 14	101
Quadro 114: Combinações dos possíveis PVEs	101
Quadro 115: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 15	101
Quadro 116: Índice Ambiental dos Resíduos Sólidos	102
Quadro 117: Descritor do PVF1	104
Quadro 118: Matriz semântica do PVF 1	104
Quadro 119: Descritor do PVF2	104
Quadro 120: Matriz semântica do PVF 2	104
Quadro 121: Descritor do PVF3	105
Quadro 122: Matriz semântica do PVF 3	105
Quadro 123: Descritor do PVF4	105
Quadro 124: Matriz semântica do PVF 4	106
Quadro 125: Descritor do PVF5	106
Quadro 126: Matriz semântica do PVF 5	106
Quadro 127: Descritor do PVF6	107
Quadro 128: Matriz semântica do PVF 6	107
Quadro 129: Índice Ambiental do Ruído	107
Quadro 130: Ordem de importância relativa entre os Índices Ambientais Globais – IAG	107
Quadro 131: Matriz semântica dos IAG	108
Quadro 132: Determinação das Taxas de Substituição (pesos)	108
Quadro 133: Índices ambientais Parciais e seus Respectivos Pesos	108
Quadro 134: Ordem de importância relativa entre os PVF1 e PVF2	112
Quadro 135: Ordem de importância relativa entre os PVF3 e PVF4	112
Quadro 136: Matriz semântica dos PVF1 e PVF2	113
Quadro 137: Matriz semântica dos PVF3 e PVF4	113
Quadro 138: Matriz semântica dos IA	113
Quadro 139: Determinação das Taxas de Substituição (Pesos)	113

RESUMO

Os Indicadores de Qualidade Ambiental têm por finalidade básica medir através de cálculos matemáticos os níveis de eficiência e eficácia de uma organização, seja por comparações internas ou externas. O presente trabalho de pesquisa tem por objetivo apresentar uma metodologia para a elaboração de Indicadores de Qualidade Ambiental para a Indústria Cerâmica. Para isso, são estabelecidos, inicialmente, os conceitos teóricos de Indicadores, Índices, critérios e metodologias de aplicação. Em seguida, são identificados os aspectos ambientais de todas as etapas da unidade fabril com suas respectivas destinações. Por fim, sugere-se uma metodologia de Indicadores de Qualidade Ambiental para Indústria Cerâmica.

ABSTRACT

The Environmental Quality Indicators aim to measure through mathematics the efficiency and the efficacy levels of an organization by both external or internal comparison. The purpose of this research is to present a methodology to development of Environmental Quality Indicators to the ceramic industry. First we present the basic theoretical concepts of indicators, index, the standar rules and methodology of application. Than we identify the environmental aspects and diagnosis of all phases of a textile industry. Finally we suggest a methodology of Environmental Quality Indicators for the ceramic industry.

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Justificativa

Toda atividade industrial visa a produzir bens úteis para a sociedade, buscando o aperfeiçoamento da qualidade de seus produtos da forma mais econômica e aumentando, por consequência, sua competitividade no mercado. Este processo envolve uma parcela de matérias-primas e energia não incorporada ao produto. Esta parcela (ou perda), que reduz a eficiência operacional e aumenta os custos da produção, é, em grande parte, transformada em resíduos sólidos, líquidos e gasosos, contribuindo, geralmente, para a degradação da qualidade ambiental. Além do mais, pode a referida parcela dar origem a um processo de “marketing negativo” para a organização. Neste sentido, as ações da empresa devem ser realizadas visando à possibilidade de serem avaliadas quanto à forma de seu desempenho ambiental.

A avaliação do desempenho ambiental (através de indicadores) visa a definir, a medir e a analisar critérios de Qualidade Ambiental de uma organização. Os parâmetros devem ser estabelecidos pela própria empresa, em função de suas necessidades e possibilidades, considerando-se que o desempenho ambiental de uma empresa é, na verdade, o resultado mensurável de seu sistema de gestão ambiental. Os chamados indicadores podem incluir, por exemplo, o número de incidentes ambientais relatados, a quantidade de efluentes líquidos, de emissões atmosféricas e de resíduos sólidos perigosos, gerados por unidade de produto, o peso de embalagem por unidade produzida, a distância percorrida pelos veículos de distribuição por unidade de produto, os elementos de risco, etc. Eles serão escolhidos de modo a representarem o conjunto das atividades da empresa, sua previsibilidade e seu custo em relação aos resultados almejados. Devem ser, ainda, de fácil comprovação. Os diferentes índices poderão constituir um índice global que refletirá a situação geral atual da empresa com relação a uma situação anterior ou local.

Deve-se ressaltar que os **Indicadores de Qualidade Ambiental** (norma 14031 da série ISO 14000) oferecem de forma quantitativa o desempenho ambiental da organização. Sendo assim a alta gerência pode identificar os pontos falhos ou aqueles que necessitam de melhorias ambientais. A aplicação dos indicadores aumentam significativamente a percepção dos decisores sobre os recursos a serem disponibilizados para as melhorias ambientais.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Estabelecer Indicadores de Qualidade Ambiental para a avaliação do processo produtivo

da indústria cerâmica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e quantificar as emissões de poluentes, através de Balanço de Massa do processo cerâmico.
- Elaborar um Diagnóstico Ambiental, identificando os aspectos ambientais e indicando os impactos significativos ao meio ambiente.
- Avaliar a eficácia do processo de gestão ambiental para a avaliação dos pontos críticos necessários às melhorias ambientais.

1.3 Metodologia

Definiu-se que o estudo de caso seria realizado na Empresa Cerâmica Eldorado, do grupo Cecrisa (Unidade V). Os dados obtidos foram coletados entre os meses de março a agosto do ano de 1999.

O trabalho restringiu-se ao setor produtivo da Unidade Fabril da empresa, não envolvendo os demais setores, tais como escritório, refeitório, copa, portaria, ambulatório médico, serviços gerais, etc. Tal restrição se deve ao potencial poluidor que representa o processo produtivo no âmbito geral da empresa.

A metodologia empregada compreende o Levantamento dos Impactos Ambientais dos processos e sub-processos selecionados, indicando as entradas, as saídas e o destino de cada aspecto ambiental. Estes levantamentos ambientais juntamente com o balanço de massa propiciaram a elaboração do diagnóstico ambiental de cada setor indicando as quantidades dos aspectos ambientais mais relevantes, tais como: consumo de água, consumo de matéria-prima, insumos, efluentes gerados, consumo de energia, ruído, temperatura dos setores etc.

Para a avaliação dos Indicadores Ambientais, empregou-se a Metodologia de Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA). Esta metodologia está fundamentada na fase de Estruturação e Avaliação.

A fase de Estruturação compreende a elaboração de árvores de pontos de vista para cada indicador ambiental: água, ar, recursos naturais, resíduos sólidos, ruído, que levam em consideração os principais pontos de vista que compõem cada indicador.

Após a elaboração das árvores dos pontos de vista, procede-se à descrição e à determinação dos níveis de impacto de cada **descriptor**.

Utilizando-se o software MacBeth, cada nível de impacto é comparado par a par, segundo o julgamento de valor dos decisores e recebe uma diferença de atratividade proposta pelo software.

Os valores encontrados na fase de estruturação serão utilizados posteriormente na fase de avaliação.

Tal procedimento foi aplicado também para as áreas de interesse, ou seja, o indicador propriamente dito, onde foi obtida a matriz semântica com a escala ordinal e cardinal dos indicadores, utilizando o software MacBeth. Determinaram-se, assim, os pesos (taxa de substituição) relativos a cada indicador ambiental.

Na fase de Avaliação os indicadores são avaliados segundo os pesos e os estados potenciais de Bom, Atual e Neutro. O software Hiview fornece uma avaliação global dos indicadores, como também as análises de dominância e sensibilidade.

2 INDICADORES DE QUALIDADE

2.1 Introdução

Qualidade é uma filosofia que tem por finalidade melhorar continuamente a produtividade em cada nível de operação e em cada área funcional de uma organização, utilizando-se todos os recursos financeiros e humanos disponíveis.

O conceito de qualidade apresentado pelas principais autoridades da área, de acordo com Brocka (1994), são os seguintes:

“Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações” (Crosby, 1986). As necessidades devem ser especificadas, e a qualidade é possível quando essas especificações são obedecidas sem ocorrência de defeito.

“Qualidade não significa luxúria. Qualidade é um grau previsível de uniformidade e dependência, baixo custo, satisfação do mercado. Em outras palavras, qualidade é aquilo de que sempre o cliente necessita e quer. E desde que as necessidades e os desejos dos clientes estão sempre mudando, a solução para definir qualidade em termos do cliente é redefinir as especificações constantemente” (Deming, 1994).

“Qualidade é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do usuário” (Feigenbaum, 1994).

“Qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade” ou seja, quanto menos defeitos, melhor a qualidade” (Ishikawa, 1993).

“Descreve a Qualidade em termos da perda gerada pelo produto na sociedade. Essa perda na sociedade pode ser desde o embarque do produto até o final da sua vida útil” (Taguchi, 1994).

Para garantir-se a manutenção e o melhoramento da qualidade, o diagnóstico deve ser objetivo, requerendo, por isso, indicadores cuja existência depende da disponibilidade de dados confiáveis e organizados.

Indicadores são elementos que medem os níveis de eficiência e eficácia de uma organização; são relações matemáticas que medem, numericamente, atributos de um processo ou de seus resultados, com o objetivo de comparar-se esta medida com metas numéricas, pré-estabelecidas.

A formalização e o acompanhamento de indicadores permite a avaliação, por comparação, do desempenho histórico com o atual de uma organização; permite uma comparação

com outras organizações, o que pode resultar em metas de melhoramentos (Rolt, 1998).

2.2 Benefícios Decorrentes da Qualidade

O Controle de Qualidade visa a eliminar as imperfeições existentes no sistema e no processo de produção. Por isso, deve ser visto como uma atividade permanente, com o envolvimento de todos os operários na participação efetiva dos programas de melhoramento da qualidade.

As empresas estão preocupadas em desenvolver um sistema para garantir sua sobrevivência. Uma alternativa interessante deste princípio fez com que muitas empresas dominassem o mercado de produtos e serviços nos últimos anos.

Conforme Paladini (1990), "o objetivo do controle de qualidade é buscar melhorias no produto, nos serviços, nas atividades, na visão do trabalho, na produtividade, etc.", e a melhoria está intimamente ligada à obtenção de melhores níveis de qualidade. Um programa que funciona bem dificilmente deixará de trazer benefícios para a empresa.

Da ênfase à qualidade resultam os seguintes benefícios, entre outros:

- aumento da produtividade;
- melhoria na qualidade de produto;
- redução do custo de cada unidade;
- redução nas perdas;
- redução na inspeção;
- redução dos gargalos de produção;
- melhoria no moral dos empregados;
- aumento do prestígio da empresa;
- menor número de reclamações de consumidores;
- economia no uso de material;
- maior interesse nas atividades;
- motivação para melhorar o trabalho;
- aprimoramento dos métodos e dos testes de inspeção;
- otimização do tempo nas realizações das tarefas;
- melhor disponibilidade dos dados relevantes.

2.3 Procedimentos de Avaliação da Qualidade

Segundo Rolt (1998), o processo de avaliação da qualidade segue as seguintes etapas:

a) Diagnóstico da qualidade:

O diagnóstico refere-se à estruturação de uma metodologia de análise das condições

globais da organização em termos de qualidade, utilizando-se indicadores definidos especificamente para cada organização ou fixados com base em diversos Sistemas de Avaliação existentes e reconhecidos.

Chan & Guimarães (apud Rolt, 1998) definem diagnóstico como: "a ferramenta que, diferentemente de suas atividades vizinhas, permite identificar as oportunidades e os meios, adaptados às características e peculiaridades de cada organização, que servirão de subsídio na decisão das ações prioritárias para melhoria de suas performances".

Através do diagnóstico a organização terá uma fotografia de sua atual gestão da qualidade que servirá como fonte de informações para o planejamento estratégico, principalmente para as áreas mais críticas do sistema.

b) Ação para melhoria:

A medição do desempenho é uma questão estratégica, podendo melhorar ou inibir fortemente a posição competitiva de uma empresa no mercado. Atingir níveis elevados de desempenho exige um enfoque bem definido e executado, voltado para a melhoria contínua. A melhoria deve estar presente nos mecanismos de funcionamento de toda a empresa, isto é, fazer parte do trabalho cotidiano de todos os setores, buscando eliminar problemas e sua origem, verificando oportunidades de melhoria e corrigindo os problemas. Estas oportunidades vão desde idéias de funcionários até pesquisa e desenvolvimento, benchmarking, etc..

c) Garantia da qualidade:

A garantia da qualidade exige a implementação de formas de avaliação que proporcionem diagnósticos a tempo de evitarem-se problemas que possam resultar em quebra da garantia.

Portanto, as formas de avaliação são proporcionadas por diagnósticos periódicos, assimilados pela organização como tarefas rotineiras.

O diagnóstico só é viável com a estrutura de um conjunto de indicadores formalizados. A formalização de indicadores implica projeto, normalização e implantação de uma sistemática de levantamento de dados e cálculos.

2.4 Características dos Indicadores

Os indicadores são essenciais ao planejamento e ao controle ambiental das organizações. Ao planejamento porque possibilitam o estabelecimento de metas quantificadas e o seu desdobramento na organização. Ao controle porque os resultados apresentados através dos indicadores são fundamentais para a análise crítica do desempenho ambiental da organização para as tomadas de decisão e para o replanejamento.

Segundo Formoso et alii (1994), o indicador deve atender aos seguintes requisitos:

a) **SELETIVIDADE:** os indicadores devem estar relacionados a aspectos, etapas e resultados essenciais ou críticos do produto, serviço ou processo.

b) **SIMPLICIDADE:** os indicadores devem ser de fácil compreensão e aplicação, principalmente para aquelas pessoas diretamente envolvidas com coleta, processamento e avaliação dos dados, utilizando relações percentuais simples, médias, medidas de variabilidade ou números absolutos.

c) **BAIXO CUSTO:** os indicadores devem ser gerados a baixo custo. O custo para coleta, processamento e avaliação não deve ser superior ao benefício trazido pela medida.

d) **REPRESENTATIVIDADE:** os indicadores devem ser escolhidos ou formulados de forma a representar satisfatoriamente o que se deseja.

e) **ESTABILIDADE:** os indicadores devem perdurar ao longo do tempo, com base em procedimentos rotinizados, incorporados às atividades da empresa.

f) **RASTREABILIDADE:** os indicadores devem permitir que sejam adequadamente documentados os dados e as informações utilizadas, bem como formulários e memórias de cálculo, inclusive o registro do pessoal envolvido.

g) **DISPONIBILIDADE:** os dados para o cálculo do indicador devem ser de fácil acesso, estando disponíveis a tempo, para as pessoas certas e sem distorções, servindo de base para que decisões sejam tomadas.

h) **ADOÇÃO DE UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL:** é recomendável adotarem-se, inicialmente, indicadores considerados necessários e testá-los. Caso não se mostrem realmente importantes ao longo do tempo, devem ser alterados.

2.5 Estrutura de um Indicador

A estruturação dos Indicadores de Qualidade ocorre segundo três conceitos:

- **ELEMENTO:** contexto, situação, assunto ou natureza que basicamente caracteriza o indicador. Ex: peças produzidas, profissionais alocados, máquinas existentes, áreas empresariais.

- **FATOR:** combinação de componentes ou elementos em um mesmo contexto. Ex: peças produzidas por máquina, profissionais alocados por área empresarial, máquinas por área empresarial.

- **MEDIDA:** unidades com as quais se medem os elementos e fatores. Ex: valor, quantidade, tempo, porcentagem.

Para Gil (1992), citado por Rolt (1998), os indicadores devem ser construídos segundo os objetivos/interesses de seus consumidores e são o espelho da qualidade e resultados empresariais, devendo atender à necessidade de quantificação da qualidade em cada momento

histórico da entidade.

2.6 Finalidade de um Indicador

Sink e Tuttle (1993), citados por Formoso et alii (1994), classificam as medições segundo a finalidade da informação que fornecem:

a) **MEDIÇÕES PARA VISIBILIDADE** - são medições para diagnóstico. Têm por objetivo a identificação de pontos fortes e fracos ou disfunções para que seja possível a proposição de ações de melhoria. A principal finalidade é a demonstração do desempenho atual. A avaliação é feita por comparação com os dados médios do setor (Benchmarking Interno) ou dados semelhantes de concorrentes (Benchmarking Externo).

b) **MEDIÇÕES PARA CONTROLE** - são medições que visam ao controle do desempenho em relação a um padrão estabelecido. A avaliação é feita comparando-se os resultados com padrões adotados ou convencionados. Estes padrões constituem médias e os limites de controle superior e inferior.

c) **MEDIÇÕES PARA MELHORIA** - as medições também podem ser utilizadas de modo a comparar-se a meta estabelecida. Este tipo de medição visa à identificação das oportunidades de melhoria ou à verificação do impacto das intervenções no processo, podendo ser utilizadas para assegurar a implantação de estratégias. A avaliação é feita comparando-se o desempenho da variável medida em relação à meta estabelecida.

2.7 Implantação da Medição dos Indicadores

Segundo Formoso et alii (1994), três etapas compõem a medição:

a) **COLETA** - enfoca a geração dos dados necessários para fornecer a informação. Deve-se considerar os seguintes aspectos:

- local de obtenção dos dados;
- o responsável pela coleta;
- forma de obtenção dos dados (medindo-se, anotando-se as ocorrências);
- armazenamento dos dados (planilhas, formulários);
- frequência de coleta (por turno, mensalmente, anualmente).

b) **PROCESSAMENTO** - é pelo processamento que os dados se transformam em informações. Deve-se considerar os seguintes aspectos:

- os procedimentos utilizados para representar as informações (estatísticas, quadros comparativos);
- as ferramentas, métodos e programas computacionais usados para o processamento dos dados;

- público-alvo para as informações (diretoria, setores da empresa, clientes);
- as necessidades de informações;
- a frequência das informações (mensalmente, anualmente).

c) **AVALIAÇÃO DOS DADOS** - é na avaliação que se discutem as possíveis causas dos resultados obtidos e apontam-se as metas. Deve-se considerar os seguintes aspectos:

- critérios para avaliação;
- atitudes a tomar em casos de resultados indesejados.

2.8 Metodologia do Indicador

Segundo Castello Branco (1998), as fases do processo de gestão dos indicadores contemplam:

Fase 1: Preparação:

- Criar cultura e clima adequados para medições, desafios e melhorias;
- Formar equipe de desenvolvimento: conhecedores de indicadores e sistemas de informação, gerentes e pessoal envolvido no processo;
- Estabelecer os propósitos da organização com relação ao sistema de indicadores;
- Planejar contatos, com base em diagnósticos e ações passadas.

Fase 2: Definição das Metas e Indicadores:

- Desenvolver os indicadores e estabelecer as metas de nível superior, observando-se os objetivos e as estratégias da organização bem como os referenciais de comparação. Traduzir as necessidades e expectativas dos clientes;
- Desdobrar os indicadores e as metas na estrutura organizacional;
- Selecionar os indicadores mais importantes para o uso no dia a dia.

Fase 3: Implantação do Sistema de Informação:

- Escolher a técnica de medição;
- Identificar as fontes dos dados;
- Eliminar os indicadores inviáveis ou difíceis de operacionalizar;
- Desenvolver ou aprimorar as metodologias para coleta e processamento, análise e uso dos dados e resultados;
- Verificar a consistência do sistema.

Fase 4: Análise dos Dados e Resultados:

- Coletar e processar os dados;
- Analisar os dados e os resultados, envolvendo a gerência e sua equipe;
- Procurar reduzir o ciclo de acesso e análise dos indicadores.

Fase 5: Uso dos Dados e Resultados:

- Disponibilizar quadros, gráficos, relatórios, mapas, etc.;
- Analisar criticamente os dados e resultados;
- Vincular os resultados a decisões e ações;
- Utilizar os resultados na revisão do planejamento;
- Medir o uso dos dados e resultados.

Fase 6: Ciclo de Avaliação e Melhoria:

- Avaliar a abrangência dos indicadores com relação aos propósitos da organização e sua aplicação nas tomadas de decisão e no planejamento;
- Aprimorar o sistema de indicadores; o enfoque deve ser primeiro na melhoria e depois na medição, de forma que a medição esteja vinculada ao progresso;
- Reconhecer os esforços das pessoas que contribuíram para a melhoria.

2.9 Especificação dos Indicadores

Segundo Flores (1996), os indicadores devem ser cuidadosamente especificados, de forma a proporcionarem dados e resultados confiáveis e a assegurarem sua análise e seu uso. A especificação do processo gestão dos indicadores deve conter as seguintes informações:

- **ABREVIATURA:** sigla ou título simplificado do indicador;
- **UNIDADE DE MEDIDA:** por exemplo, porcentagem, proporção;
- **PERIODICIDADE:** frequência da disponibilização dos dados ou resultados;
- **REVISÃO:** data da última atualização do indicador;
- **ARQUIVO:** local de armazenamento dos dados ou resultados;
- **TÍTULO:** nome por extenso do indicador;
- **DEFINIÇÃO:** método de cálculo do indicador;
- **ORIGEM:** como foi gerado o indicador;

- CRITÉRIO PARA ESTABELECIMENTO DE METAS: por exemplo, desdobramento da meta de nível superior;
- REFERENCIAIS DE COMPARAÇÃO: referencial de excelência, média do ramo, etc.;
- FONTE: fonte dos dados ou resultados (pessoa, órgão ou sistema);
- METODOLOGIA DE MEDIÇÃO: metodologia adotada para coleta e processamento dos dados ou resultados;
- METODOLOGIA DE ANÁLISE: metodologia adotada para análise dos dados ou resultados;
- METODOLOGIA DE USO: metodologia adotada para uso dos dados ou resultados (análise crítica, tomada de decisão, revisão do planejamento);
- PÚBLICO ALVO: pessoas ou órgãos que utilizam os dados ou resultados;
- RESPONSÁVEL: pessoa ou órgão responsável pelo produto ou processo.

2.10 Tipos de Indicadores da Qualidade

- Indicadores de Desempenho;
- Indicadores de Suporte
- Indicadores de Qualidade propriamente ditos.

2.10.1 Indicadores de Desempenho

Referem-se ao processo produtivo, à forma como se faz. Deve haver algum reflexo nos clientes. São ainda conhecidos como Indicadores da Produtividade.

Os Indicadores de Desempenho são importantes, pois:

- Enfatizam o processo produtivo (a forma como se faz) – equipamentos, métodos de trabalho, operações da empresa, fornecedores, etc.;
- Envolvem procedimentos de gestão tática e operacional;
- Evidenciam a fragilidade da empresa;
- Referem-se às características potenciais da empresa; e
- Avaliam o desempenho do processo.

O objetivo deste indicador é o de medir a eficiência da organização.

2.10.2 Indicadores de Suporte

Referem-se à organização como um todo. Estes Indicadores contribuem para com o

- São funções matemáticas baseadas em duas ou mais variáveis (Ott, 1978);
- Resultados numéricos de um indicador (Mendonça, 1997);
- É um conjunto de estatísticas e/ou indicadores que resume uma grande quantidade de informações relacionadas e que utiliza algum processo sistemático para assumir pesos relativos, escalas e agregação de variáveis em um único resultado (EPA, 1995);
- Relaciona um valor observado (indicador) de um componente selecionado a um padrão estabelecido para o mesmo (IAP, 1995).

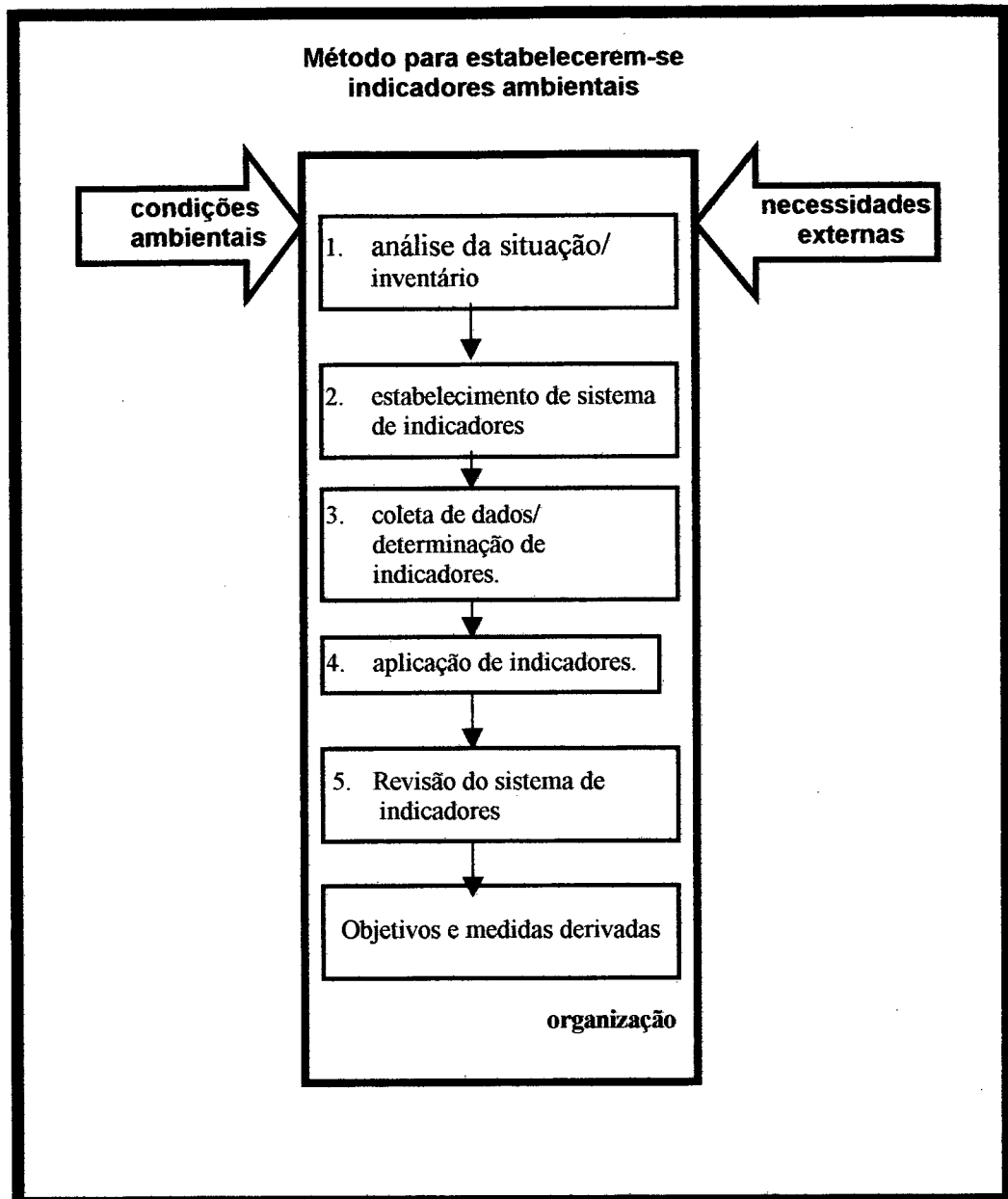
3.3 Indicadores Ambientais

Indicadores Ambientais são estatísticas chaves selecionadas, as quais representam ou resumem um aspecto significativo do estado do ambiente, sustentabilidade do recurso natural e relação com atividades humanas. Eles focalizam a mudança ambiental, o modo como o ecossistema e seus componentes estão respondendo a estas mudanças, e respostas sociais para prevenir ou reduzir seus impactos.

Indicadores Ambientais são importantes instrumentos para traduzir e fornecer informação concisa, científica, de maneira prontamente compreensível e utilizada por tomadores de decisões em todos os níveis da sociedade. Relacionam-se ao seu método de cálculo, geralmente traduzidos para uma expressão matemática.

O conceito de desenvolvimento de indicadores é atualmente transferido para o controle ambiental, de forma a apresentar o desempenho ambiental da companhia através de uma maneira mensurável e de fácil entendimento. Indicadores Ambientais são, no entanto, importantes instrumentos para a redução contínua da poluição industrial em concordância com o estabelecimento por grupos externos de partes interessadas.

A figura 1 exhibe um método para o estabelecimento dos Indicadores Ambientais. Deve-se conhecer previamente o meio ambiente interno e externo do processo a ser analisado, determinando-se suas causas e seus efeitos. Com base nestas informações pode-se estabelecer os indicadores ambientais, avaliando-se o peso de um em relação a outro indicador.



Fonte: Perez (1999).

Figura 1: Método para estabelecerem-se Indicadores Ambientais.

3.4 Classificação dos Indicadores

Segundo Rolt (1998), existe uma relação de interdependência entre os indicadores mas é possível definirem-se agrupamentos ou classes. Isto permite que os grupos de indicadores sejam acompanhados conjuntamente, estudando-se melhor o efeito da variação de uns sobre os outros. A relação de interdependência entre os indicadores extrapola os grupos a que pertencem.

De acordo com o modelo desenvolvido pelo OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), citado por Moreno (1999), os indicadores classificam-se em:

- **INDICADORES AMBIENTAIS DE PRESSÃO** - descrevem as pressões que exercem as atividades humanas sobre o meio ambiente (ex.: emissões de CO₂ em ar);

- **INDICADORES DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE** - descrevem a qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais, de forma que oferecem uma visão da situação do meio ambiente. Às vezes podem se confundir com os indicadores de pressão e, de fato, podem ser utilizados em determinados casos como substitutos (ex.: concentração de nitrato no rio);

- **INDICADOR DE RESPOSTA**: eles permitem estimar esforços para resolver-se um problema ambiental (ex.: financiamentos internacionais para a despoluição de terras).

3.5 Tipos de Indicadores

Segundo o OCDE citado por Moreno (1999), os tipos de indicadores são os seguintes:

a) INDICADORES DE EVOLUÇÃO DA POLÍTICA DO MEIO AMBIENTE:

Sua finalidade é a de refletir de forma quantitativa o estado das questões ambientais dentro de um determinado trabalho (por exemplo, pressão-estado-resposta). Pretende responder às interrogações mais básicas, como sobre o estado do meio ambiente e sua situação atual. Com as informações facilitadas por estes indicadores pretende-se examinar as diferentes políticas ambientais.

A OCDE, citado por Moreno (1999), em seu esquema mais global, tem desenvolvido este tipo de Indicadores Ambientais, estruturado em uma série de áreas, consideradas as mais relevantes em relação à problemática ambiental. Estas áreas são:

- Mudança climática
- Destruição da Camada de Ozônio
- Eutrofização
- Acidificação
- Contaminação Tóxica
- Qualidade Ambiental Urbana
- Diversidade Biológica
- Diversidade de Ecossistemas
- Resíduos
- Recursos Hídricos
- Recursos Florestais
- Recursos Pesqueiros
- Erosão do Solo
- Indicadores Gerais

b) INDICADORES DE INTEGRAÇÃO DE ASPECTOS AMBIENTAIS NAS POLÍTICAS SETORIAIS:

Parece imprescindível possuir-se uma série de indicadores que dêem informações precisas sobre a inter-relação de determinados setores econômicos e a situação do meio ambiente. Desta maneira, estes indicadores ambientais são desenvolvidos para serem utilizados em processos de decisão muito mais específicos.

Estes tipos de indicadores apóiam-se basicamente em:

- Tendências ambientais de setores ambientalmente relevantes (energia, transporte, turismo, etc.);
- Incorporação dos impactos ambientais setoriais.
- Também têm considerações econômicas setoriais com relevância ambiental (instrumentos econômicos/valorização ambiental de eficiência).

Os Indicadores de Integração são utilizados para ajudar na tomada de decisão em setores econômicos que têm fortes impactos ambientais como, por exemplo, a energia e o transporte.

c) INDICADORES DE INTEGRAÇÃO DE ASPECTOS AMBIENTAIS NAS POLÍTICAS ECONÔMICAS GLOBAIS

Basicamente tentam integrar todas as considerações ambientais nas tomadas de decisão aos níveis macro e global. Este tipo de indicador se tem agrupado em torno de uma temática conhecida como a contabilidade ambiental.

3.6 Critérios de Seleção dos Indicadores

Os critérios aplicados para a seleção de indicadores variam de acordo com os objetivos que se deseja. A OCDE, citado por Moreno (1999), por exemplo, estabelece os seguintes detalhes:

a) REQUISITOS QUE DEVE CUMPRIR UM INDICADOR AMBIENTAL:

- Proporcionar uma visão das condições ambientais, pressões ambientais ou respostas da sociedade;
- Ser sensível e de fácil interpretação e capaz de mostrar as tendências através do tempo;
- Ser aplicável em escala nacional ou regional, conforme o caso;
- Proporcionar uma base para comparações internacionais;
- Apontar um valor de referência contra o qual se possa comparar o valor do indicador,

facilitando assim a interpretação em termos relativos.

b) CRITÉRIOS TÉCNICOS DESEJÁVEIS:

- Deve ter congruência teórica e consistência científica;
- Deve basear-se em consensos internacionais;
- Deve ser capaz de relacionar-se com modelos econômicos.

c) OS DADOS UTILIZADOS PARA CONSTRUIR OS INDICADORES DEVEM:

- Gerar uma “razoável” relação custo/benefício;
- Ser de qualidade, estar bem documentados e validados;
- Poder atualizar-se em intervalos regulares.

3.7 Objetivos dos Indicadores Ambientais

- Melhorar a base de informação ambiental;
- Evoluir condições e tendências ambientais em escalas regionais ou globais;
- Ilustrar melhorias ambientais através de uma série de análise temporal;
- Indicar potenciais de otimização;
- Identificar oportunidades de negócios e redução potencial de custos;
- Comparar a avaliação do desempenho ambiental entre companhias;
- Fornecer o retorno de informações para motivação dos membros da organização;
- Dar suporte à implementação das regulamentações do EMAS e ISO 14001.

3.8 Vantagens dos Indicadores Ambientais

Segundo Perez (1999), os Indicadores Ambientais procuram sumariar grande quantidade de dados ambientais em significativas informações chaves. Elas procuram garantir, nas tomadas de decisão, uma determinação rápida de importantes programas de melhoria, tanto mais quanto forem os pontos fracos de proteção ambiental existentes na organização. Por outro lado, os indicadores permitem a determinação de metas ambientais quantificáveis, que poderão ser usadas para medir os sucessos ou falhas da implementação do sistema de gestão. Trabalhar com as ferramentas tradicionais de controle gerencial não é somente um requisito para o controle da poluição ambiental mas também uma ferramenta para se determinar lucrativas oportunidades de negócio, baseado em melhorias ambientais.

Um dos principais pontos dos indicadores ambientais baseia-se no fato de que os indicadores quantificam importantes desenvolvimentos na proteção ambiental da organização,

comparando estes indicadores ano a ano. Se determinados periodicamente, possibilitam facilmente detectarem-se as tendências de aposições, podendo também, portanto, serem usados como um sistema de alerta. Comparando-se Indicadores Ambientais de diferentes companhias ou mesmo de departamentos de companhias, eles podem mostrar os pontos fracos e a otimização de capacitações, os quais podem ser usados para se obterem metas específicas de melhorias. Logo, os Indicadores Ambientais poderão ser usados para uma grande variedade de funções.

3.9 Sistemas de Indicadores Ambientais (SIA)

Segundo Moreno (1999), a necessidade de construir-se um Sistema de Indicadores Ambientais justifica-se na (OCDE, 1994):

- a) necessidade de melhor informação sobre o estado do meio ambiente;
- b) redução da informação estatística em poucos parâmetros.

A construção de um Sistema de Indicadores Ambientais (SIA) melhora a informação sobre o meio ambiente (algo cada dia mais complexo) e simplifica a forma que pode ser utilizada por cientistas, instituições públicas e o público em geral.

Um indicador ambiental é uma variável, ou seja, uma estimacão ambiental que passa uma informacão agregada e sintética sobre um fenômeno, para que se tenha um significado exógeno, e que a partir de um ponto de vista antropológico tem um interesse específico, cuja escolha está condicionada através dos indicadores para um processo de tomada de decisão.

Os Indicadores Ambientais são agregados em índices mediante um processo de ponderacão que deve ser especificado. Estes índices passarão a formar globalmente o SIA. Estes sistemas de informacão ambiental são algo mais que uma série de indicadores ambientais, pois que se cada indicador está referido a um problema ambiental específico. O SIA responde a um interesse social genérico e de totalidade como, por exemplo, a sustentabilidade do desenvolvimento.

Portanto, os indicadores ambientais são conceitos instrumentais que devem estar unidos a objetivos sociais.

Não existem modelos de SIA melhores que outros, entre outras coisas porque não existem princípios universais que permitam determinar-se com profundidade os efeitos ambientais que incorporam. A escolha de um sistema ou de outro dependerá de quais sejam nossos objetivos. De fato, os esforços para se melhorarem os SIA têm-se realizado de maneira versátil, decidindo-se na base dos sucessivos processos de prova e erro.

Diante das diferentes iniciativas individuais, têm-se realizado sucessivos esforços para harmonizarem-se estas metodologias. O mais exitoso é o da OCDE, o qual tem construído um trabalho considerado como *standard* e suficientemente geral para que sirva como base da construçã de qualquer SIA.

3.10 Considerações Metodológicas para a Construção de Índices

A elaboração de índices constitui uma ferramenta de suma utilidade para o diagnóstico e a análise de problemas ambientais e sociais, já que o fato se sistematiza e resume em grandes quantidades de informação das mais diversas naturezas. Para que o índice construído cumpra sua finalidade, é necessária uma cotação rigorosa do objetivo do estudo, tomando-se em conta a informação primária disponível e as unidades a que esta se refere.

O índice que se quer construir deve ter um sentido e dizer se o fenômeno que se vai analisar será enfocado em um sentido positivo ou negativo, se quer avaliar a capacidade ou a incapacidade de consumo, o grau de marginalidade ou bem-estar, etc. Este enfoque deve ser definido desde o princípio da construção e todos os indicadores utilizados para este fim devem apontar claramente neste mesmo sentido.

3.11 Índice Ambiental Global

O Índice Ambiental Global é dado pela soma de todos os índices ambientais, e cada um dos índices ambientais é multiplicado pelos seus respectivos pesos.

Pode ser expresso por:

$$IAG = IARS \times X + IAAG \times Y + IAAR \times Z + IARU \times W$$

Fonte: Soares (1997)

Onde:

IAG = índice ambiental global

IAR = índice ambiental de resíduos sólidos

IAAG = índice ambiental da água

IARU = índice ambiental de ruído

X, Y, Z e W = são pesos de cada um dos índices parciais

3.11.1 Exemplo do Cálculo do Índice Ambiental Global

Segundo Duarte (1998), os índices ambientais são calculados através da seguinte metodologia:

Índice Ambiental Padrão

Para o cálculo do Índice Ambiental Padrão (IAGp) foram consideradas, como situação

extrema, as medições de quantidades ou concentrações de poluentes atmosféricos, resíduos sólidos, sonoros e efluentes líquidos, obtidas iguais aos valores apresentados pela Legislação Ambiental vigente do estado de Santa Catarina, como mostram os quadros abaixo; à exceção dos Resíduos Sólidos, que não apresentam valores na Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina, os dados apresentados são fictícios.

Índice Ambiental do Ar

Quadro 1: Padronização dos Índices Ambientais do Ar Interno (IAARi)

Poluentes Atm. Interno	Emissão Anual				(M/P)* Peso
	Medição (M)	Padrão (P)	Relação (M/P)	Peso	
Partículas minerais em susp.	80 mg/m ³	80 mg/m ³	1,0	40	40
Dióxido de enxofre (SO ₂)	80mg/m ³	80 mg/m ³	1,0	25	25
Monóxido de carbono (CO)	1.10 ⁴ mg/m ³	1.10 ⁴ mg/m ³	1,0	25	25
Temperatura interna	28,5 IBUTG	28,5 IBUTG	1,0	10	10
				IAARi	100

Quadro 2: Padronização dos Índices Ambientais do Ar Externo (IAARe)

Poluentes Atm. Interno	Emissão Anual				(M/P)* Peso
	Medição (M)	Padrão (P)	Relação (M/P)	Peso	
Partículas minerais em susp.	80 mg/m ³	80 mg/m ³	1,0	50	50
Dióxido de enxofre (SO ₂)	80mg/m ³	80 mg/m ³	1,0	25	25
Monóxido de carbono (CO)	1.10 ⁴ mg/m ³	1.10 ⁴ mg/m ³	1,0	25	25
				IAARe	100

Quadro 3: Padronização dos Índices Ambientais do Ruído (IARU)

Níveis de Ruído	Nível de Ruído Anual (8 horas diária)				(M/P)* Peso
	Medição (M)	Padrão (P)	Relação (M/P)	Peso	
Contínuo	85 dB(A)	85 dB(A)	1,0	70	70
Intermitente	130 dB(C)	130 dB(C)	1,0	30	30
				IARU	100

Quadro 4: Padronização dos Índices Ambientais de Resíduos Sólidos (IARS)

Resíduo Sólido	Produção Mensal de Lixo				(M/P)* Peso
	Medição (M)	Padrão (P)	Relação (M/P)	Peso	
Classe I – Perigosos					
Resíduo e lodos de esmaltes/tintas	10 ton/mês	10 ton/mês	1,0	20	20
Resíduos de laboratório	20 L/mês	20 L/mês	1,0	5	5
Classe II – Não – inerte					
Papel	200 Kg/mês	200 Kg/mês	1,0	5	5
Papelão	500 Kg/mês	500 Kg/mês	1,0	5	5
Classe III – Inertes					
Copos plásticos	60 Kg/mês	60 Kg/mês	1,0	5	5
Plásticos em geral	70 Kg/mês	70 Kg/mês	1,0	10	10
Quebra de produto acabado	800 ton/mês	800 ton/mês	1,0	20	20
Fita plástica	50 Kg/mês	50 kg/mês	1,0	5	5
Cinza das fomalhas	600 ton/mês	600 ton/mês	1,0	20	20
Diversos	1 ton/mês	1 ton/mês	1,0	5	5
				IARS	100

Quadro 5: Padronização dos Índices Ambientais da Água (IAAG)

Poluentes Líquidos	Emissão				(M/P)* Peso
	Medição (M)	Padrão (P)	Relação (M/P)	Peso	
Esgoto Sanitário					
DBO ₅	5,0 mg/L	5,0 mg/L	1,0	5	5
PH	6,0 – 8,0	6,0 – 8,0	1,0	6	6
NMP de coliformes fecais	1000 NMP	1000 NMP	1,0	10	10
Vazão (m ³ /dia)	30 m ³ /dia	30 m ³ /dia	1,0	10	10
Efluente Industrial					
PH	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	1,0	6	6
Sólidos Dissolvidos Totais	500 mg/L	500 mg/L	1,0	10	10
Chumbo	0,5 mg/L	0,5 mg/L	1,0	6	6
Boro	5,0 mg/L	5,0 mg/L	1,0	6	6
Zinco	1,0 mg/L	1,0 mg/L	1,0	6	6
Cloretos	250 mg/L	250 mg/L	1,0	6	6
Sulfatos	250 mg/L	250 mg/L	1,0	6	6
DBO ₅	5,0 mg/L	5 mg/L	1,0	6	6
Cor	75 mg Pt/L	75 mg Pt/L	1,0	6	6
Turbidez	100 UNT	100 UNT	1,0	6	6
Vazão	170 m ³ /dia	170 m ³ /dia	1,0	10	10
				IAAG	100

Cálculo do Índice Ambiental Padrão:

$$IAG_p = IARS \cdot x + IAAG \cdot y + (IAAR_i \cdot z_i + IAAR_e \cdot z_e) \cdot z + IARU \cdot w$$

$$IAG_p = (100 \cdot 0,15) + (100 \cdot 0,25) + \{[(100 \cdot 0,60) + (100 \cdot 0,40)] \cdot 0,35\} + (100 \cdot 0,25)$$

$$IAG_p = 100$$

Encontrado o IAG, saber-se-á qual foi o comportamento da empresa durante o período de monitoramento, verificação e como atuar futuramente na prevenção da poluição decorrente das atividades industriais.

Para **IAG > 100** diz-se que a empresa está fora dos padrões ambientais e por isso devem ser revistas todas as medições feitas e deve-se atuar nos parâmetros que não estão de acordo com a Legislação Ambiental.

Para **IAG < 100** diz-se que a empresa apresenta bons Índices Ambientais, existindo a possibilidade de apresentarem-se alguns parâmetros fora das exigências propostas pela Legislação Ambiental Estadual.

Para **IAG = 100** diz-se que a empresa está dentro dos padrões ambientais. Isso não impede que a empresa trabalhe ainda mais, buscando a diminuição do índice ambiental, atuando em pontos estratégicos os quais poderão ser de grande importância.

A avaliação do Índice Ambiental Global deverá ser feita individualmente, ou seja, uma avaliação para cada tipo de poluente (atmosférico, ruído, efluente líquido e resíduos sólidos), não havendo, com isso, a possibilidade de restar algum parâmetro em desacordo com a legislação.

3.12 Indicador Ar

A análise da poluição atmosférica dá-se em três escalas: global, regional e local.

- **ESCALA GLOBAL:** refere-se aos fenômenos de origem antrópica, suscetíveis de afetarem o equilíbrio do ecossistema da Terra. O efeito estufa, devido à presença de CO₂, CH₄, clorofluorcarbonos e outros gases na atmosfera e à destruição da camada de ozônio, como consequência dos lançamentos de clorofluorcarbonos, enquadram-se nesta categoria.

- **ESCALA REGIONAL:** são poluições cujas mudanças ambientais podem ser observadas num raio de aproximadamente 100 a 1000 Km como, por exemplo, as chuvas ácidas resultantes da presença na atmosfera dos dióxidos de enxofre, dos óxidos de nitrogênio, do ácido clorídrico e do ácido fluorídrico.

- **ESCALA LOCAL:** são poluições que têm impactos verificados nas áreas próximas às fontes de poluição, compreendendo danos à saúde humana, à vegetação, aos animais, redução da visibilidade, aos materiais, desfiguração da paisagem e alterações das características climáticas.

3.12.1 Fontes de Poluição

Segundo Mota (1997), a poluição do ar pode originar-se de fontes naturais e antrópicas.

- **FONTES NATURAIS** - emissão de SO₂ pelas erupções vulcânicas; produção de NO_x, a partir do solo e da água, como resultado da desnitrificação do nitrato, por bactérias; geração de H₂S e CH₄, nos processos de decomposição microbiológica anaeróbia, produção de SO₂, NO_x e

CO₂, pela queima da vegetação.

- FONTES ANTRÓPICAS - podem ser estacionárias ou móveis, sendo essas últimas oriundas, principalmente, dos veículos, aviões, motocicletas, barcos, locomotivas, etc.

Os processos industriais são responsáveis pela emissão de material particulado e de vários gases poluentes, tais como os óxidos de enxofre (SO₂), os óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), gás sulfídrico (H₂S), hidrocarbonetos, ácido clorídrico (HCl), e outros.

As fontes móveis de poluição contribuem com o lançamento de material particulado, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxido de enxofre (SO₂), hidrocarbonetos e aldeídos.

A combustão do carvão, do petróleo e da biomassa resulta na produção de material particulado, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x).

A queima do lixo provoca o lançamento, na atmosfera, de material particulado, óxido de enxofre (SO₂), óxido de nitrogênio (NO_x) e ácido clorídrico (HCl).

A decomposição anaeróbia da matéria orgânica, presente no esgoto, no lixo e em dejetos animais, tem como sub-produtos o gás sulfídrico (H₂S) e o metano (CH₄), entre outros.

Os clorofluorcarbonos originam-se dos processos de refrigeração, dos "sprays", da fabricação de espumas plásticas e dos solventes usados na limpeza de circuitos eletrônicos.

3.12.2 Principais Pontos de Geração de Poluente em uma Indústria

- Chaminés
- Caldeiras
- Fornos
- Queima
- Incineração de resíduos
- Descarga e manuseio de matérias-primas
- Operações e varrição
- Outros

Os principais problemas atmosféricos na indústria cerâmica são gerados nos processos de atomização da massa, fornos de biscoito e fornos de vidrado.

Essas emissões, de acordo com Alexandre (1996), quando não controladas adequadamente, encontram-se em desacordo com o artigo n. 31 do Decreto n. 14250/81, que regulamenta dispositivos da Lei Estadual n. 5793, de 15/10/80, referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental.

No quadro 6, a seguir, estão relacionados os sub-processos cerâmicos com seus respectivos contaminantes gerados.

Quadro 6: Principais contaminantes atmosféricos emitidos no subprocesso cerâmico

PROCESSO	CONTAMINANTE
Atomização	Material Particulado, SO _x , CO ₂ , Cl ⁻ , F ⁻
Fornos de Biscoito	SO _x , Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ , B, NH ₃
Fornos de Vidrado	SO _x , Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ , B, NH ₃
Usinas de Gaseificação	Fenóis (C ₆ H ₆ OH) e Amônia (NH ₃)

Fonte: Alexandre (1996).

3.12.3 Sistemas de Controle

Atualmente a maior exigência em nível de controle ambiental está na redução das emissões de material particulado nos atomizadores.

Essas emissões, segundo Alexandre (1996), representam uma concentração de material particulado numa faixa que pode variar de 300 a 2000 mg/Nm³. No entanto, a FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina, exige concentração máxima de 110 mg/Nm³. Para atender a essa determinação, as empresas adotam lavadores de gases do tipo Scruber/Venturi ou filtros de Mangas.

3.13 Indicador Água

Como o ar, a água é extensivamente um domínio demarcado pela legislação.

A existência de valores de referência permite avaliar-se a qualidade e objetivos da redução de emissões e possibilita a construção de Indicadores de Desempenho.

Um modo de estabelecerem-se critérios a serem atendidos é a definição de uma classificação para as águas, em função dos seus usos. Os mananciais são enquadrados em classes, definindo-se, para cada uma, os usos a que se destina e os requisitos a serem observados.

No Brasil, de acordo com Mota (1997), a classificação das águas foi definida pela Resolução N^o 20, de 18 de junho de 1986, do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Esta Resolução estabeleceu 9 classes, sendo 5 de águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5%), 2 de águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%) e 2 de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30%).

3.13.1 Poluição das Águas

A poluição das águas dá-se pela introdução de produtos que, através de suas ações físicas, químicas ou biológicas, degradam a qualidade da água e afetam os organismos vivos nela existentes (Valle, 1995).

Fontes de poluição

Segundo (Mota, 1997), as fontes de poluição podem ser:

- LOCALIZADAS - quando o lançamento da carga poluidora é feito de forma concentrada, em determinado local;
- NÃO LOCALIZADAS - quando os poluentes alcançam um manancial de modo disperso, não se determinando um ponto específico de introdução.

As principais fontes de poluição são:

- ÁGUAS SUPERFICIAIS - esgotos domésticos, esgotos industriais; resíduos sólidos; pesticidas; fertilizantes; detergentes; precipitações de poluentes atmosféricos; águas pluviais, carreando impurezas da superfície do solo e alterações nas margens dos mananciais, e provocando o carreamento de solo.
- ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - infiltração de esgotos a partir de sumidouros ou fossas sépticas; infiltração de esgotos depositados em lagoas de estabilização; infiltração de esgotos aplicados no solo em sistemas de irrigação; percolação do chorume resultante de depósitos de lixo no solo; infiltração de águas contendo pesticidas, fertilizantes, detergentes; infiltração de águas superficiais poluídas; vazamento de tubulações ou depósitos subterrâneos e injeção de esgoto no sub-solo, entre outras.

3.13.2 Indicadores de Qualidade da Água

Segundo (Mota, 1997), a água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas.

Para caracterizar-se uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Indicadores de qualidade física

- COR - resulta da existência, na água, de substâncias em solução;
- TURBIDEZ - presença de matéria em suspensão na água;
- TEMPERATURA - medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática;
- SABOR E ODOR - resultam de causas naturais (algas; vegetação em

decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e cloretos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais).

Indicadores de qualidade química

- pH (potencial hidrogeniônico) - representa o equilíbrio entre íons H^+ e íon OH^- ; varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7);
- ALCALINIDADE - causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio, mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos;
- DUREZA - resulta da presença, principalmente de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio);
- CLORETOS - os cloretos provêm geralmente da dissolução de minerais ou da intrusão de água do mar;
- FERRO E MANGANÊS - podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada na água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês;
- NITROGÊNIO - pode estar presente na água sob várias formas: moléculas, amônia, nitrito, nitrato; é elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização;
- FÓSFORO - encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial ao crescimento de algas mas em excesso causa a eutrofização;
- FLUORETOS - em concentrações elevadas podem provocar alterações na estrutura óssea ou a fluorose dentária;
- OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD) - é indispensável aos organismos aeróbios; a água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura;
- MATÉRIA ORGÂNICA - a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades, no entanto, pode causar alguns problemas como cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores;
- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) - é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto);
- DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) - é a quantidade de oxigênio necessária

à oxidação da matéria orgânica e inorgânica através de um agente químico;

- **COMPOSTOS INORGÂNICOS** - alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos para o homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco; além dos metais, pode-se citar os cianetos;

- **COMPOSTOS ORGÂNICOS** - alguns compostos orgânicos da água são resistentes à degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os pesticidas, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

Indicadores de Qualidade Biológica

- **COLIFORMES** - são indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água;

- **ALGAS** - desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido do meio; em grandes quantidades, são resultado do excesso de nutrientes (eutrofização).

3.13.3 Efluentes Líquidos

Os efluentes líquidos produzidos na indústria cerâmica estão constituídos essencialmente das águas de limpeza das instalações, de preparação de massa, preparação de esmaltes e tintas e aplicação de esmaltes. Esses efluentes são geralmente coletados em valas, dando origem a uma única corrente para cada processo.

A vazão e as características desses efluentes podem sofrer variações com o tempo devido ao caráter intermitente das operações de limpeza, ao fato de ser esta operação realizada manualmente e à ampla gama de aplicações e produtos utilizados (principalmente os diferentes corantes).

As águas residuais apresentam turbidez e cor devido às finíssimas partículas de esmalte e mineral argiloso em suspensão. Do ponto de vista químico, caracterizam-se pela presença de:

- **Sólidos em suspensão:** argilas, restos de fritas (vidrados inorgânicos formados principalmente por óxidos e componente do esmalte cerâmico), silicatos insolúveis;
- **Ânions em solução:** sulfatos, cloretos, fluoretos;
- **Metais pesados em solução e/ou suspensão,** principalmente Pb e Zn;
- **Boro** em quantidades mais ou menos variáveis;
- **Traços de matéria orgânica:** veículos serigráficos e colas utilizados nas operações de esmaltação.

A concentração destes elementos dependerá do tipo e composição dos esmaltes e da vazão da água utilizada no processo.

O quadro 7 apresenta o potencial poluidor dos efluentes provenientes do processo de esmaltação (sem tratamento) na produção do revestimento cerâmico.

Quadro 7: Composição média dos efluentes do setor de esmalte

CARACTERÍSTICAS	INTERVALO DE VARIAÇÃO
PH	7 a 9
Sólidos em suspensão (mg/L)	1 a 20 (10 ⁵)
Sólidos sedimentáveis (mg/l)	5 a 10
Cloretos (mg/L)	100 a 700
Sulfatos (mg/L)	100 a 1000
Fluoretos	2 a 20
Cálcio (mg/L)	50 a 500
Magnésio (mg/L)	10 a 100
Sódio (mg/L)	50 a 500
Potássio (mg/L)	1 a 50
Alumínio (mg/L)	2 a 25
Silício (mg/L)	5 a 30
Ferro (mg/L)	0,5 a 5
Zinco (mg/L)	2 a 20
Chumbo (mg/L)	5 a 70
Boro (mg/L)	1 a 80
DQO (mg/L)	100 a 400
DBO ₅ (mg/L)	40 a 160

Fonte: Alexandre (1996).

Percebe-se que o efluente característico cerâmico tem a presença de metais pesados que, quando descartados sem tratamento, causam a destruição da fauna e flora aquáticas.

3.13.4 Sistemas de Controle

Quanto ao sistema de controle adotado para tratamento dos efluentes do setor de esmaltação, as indústrias cerâmicas utilizam-se:

- 22%: filtro prensa;
- 14%: filtro a vácuo;
- 14%: sedimentação sem reciclo;
- 50%: sedimentação com reciclo.

O quadro 8 apresenta as principais alternativas para tratamento dos efluentes líquidos utilizados nas indústrias cerâmicas da região sul catarinense. A melhor tecnologia é definida segundo a característica do efluente e os custos de implantação e operação.

Quadro 8: Principais alternativas para tratamento dos efluentes líquidos utilizados nas indústrias cerâmicas localizadas na região sul catarinense

SETOR DE GERAÇÃO	SISTEMAS DE TRATAMENTO
Esmaltação	Sedimentação/clarificação, filtro prensa, filtro a vácuo
Massa	Homogeneização / reciclagem no processo
Fomalha	Sedimentação discreta
Gaseificação	Lodo ativado, lagoas

Fonte: Alexandre (1996).

3.14 Indicador Resíduo Sólido

A emissão de resíduos sólidos é um dos principais agentes de degradação ambiental. Em virtude dos impactos causados por estes resíduos, surgiram inúmeras leis (federais, estaduais e municipais) coibindo ações potencialmente agravantes ao meio ambiente.

Neste contexto, a criação de Indicadores de Desempenho torna-se ferramenta importante para auxiliar os gestores a identificar, quantificar, prevenir e remediar as principais emissões de resíduos sólidos em sua organização.

“ O termo resíduo sólido, como é utilizado no Brasil, significa lixo, refugo e outras descargas de materiais sólidos, incluindo-se os resíduos sólidos de materiais provenientes de operações industriais, comerciais, agrícolas e principalmente resíduos de atividades humanas” (NBR 10004 / 87)

3.14.1 Poluição do Solo

Segundo Mota (1997) a poluição do solo pode ser entendida como qualquer alteração provocada nas suas características, pela introdução de produtos químicos ou resíduos, de forma que eles se tornem prejudiciais ao homem e a outros organismos ou tenham seus usos prejudicados.

A poluição do solo pode ser de caráter físico ou químico:

- Poluição de caráter físico:
 - Mudanças na estrutura do solo, causadas pelas atividades agropecuárias: aragem, gradeamento, compactação.
 - Queimadas
 - Erosão
 - Impermeabilização
 - Movimentos de terra (escavações e aterros).

- Poluição de caráter químico:
- Fertilização artificial
- Salinização
- Aplicação de pesticidas
- Disposição de resíduos sólidos e líquidos.

3.14.2 Classificação dos Resíduos

A classificação dos resíduos é uma das primeiras necessidades do gerenciamento, possibilitando, a partir do conhecimento das características químicas, físicas e biológicas, tomarem-se as devidas precauções e decisões inerentes a cada resíduo em específico.

As análises laboratoriais são de fundamental importância para que se possa conhecer o resíduo e suas potencialidades, determinando formas coerentes de gerenciamento, seja através da disposição, tratamento, valorização ou outro destino (Lerípio, 1998).

3.14.3 Classificação segundo a NBR 10.004

Segundo a Norma NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação, os Resíduos Sólidos dividem-se em classes, de acordo com sua periculosidade, da seguinte forma:

- **CLASSE I – PERIGOSOS:** são aqueles que apresentam periculosidade, conforme anteriormente definido, apresentando ao menos uma das características seguintes:

- Inflamabilidade
- Corrosividade
- Reatividade
- Toxicidade
- Patogenicidade.

- **CLASSE II – NÃO INERTES:** são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos ou de resíduos Classe III – Inertes. Os resíduos Classe II – Não Inertes podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água.

- **CLASSE III – INERTES:** quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização (NBR 10.006), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, conforme listagem nº 8 (Anexo H – NBR 10.004), executando-se os padrões de

aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo podem ser citadas as rochas, os tijolos, os vidros e certos plásticos e borrachas não decompostos prontamente.

A caracterização dos resíduos sólidos que segue no quadro 9, relacionada com seus sub-processos, foi determinada pelo Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas IPAT/UNESC, Criciúma/ SC.

Quadro 9: Classificação dos resíduos sólidos na indústria cerâmica

RESÍDUO	PROCESSO DE GERAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Massa	Preparação de massa, lavagem de moinhos	Classe II ou III
Raspas de esmalte	Esmaltação	Classe I
Cinzas de carvão mineral	Atomização de massa	Classe II
Alcatrões	Gaseificação *	Classe I
Lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes fenólicos	Gaseificação *	Classe I
Cinzas dos gaseificadores	Gaseificação *	Classe I ou II
Limonita	Dessulfurização do gás pobre	Classe I

Fonte: Alexandre (1996).

*Os resíduos gerados nas etapas de gaseificação dizem respeito às cerâmicas que utilizam gás pobre como alternativa energética.

Como se observa no quadro acima, todos os resíduos necessitam de um tratamento prévio para sua possível disposição em aterro, sendo os mais perigosos os resíduos gerados pelos sub-processo de esmaltação e gaseificação.

O quadro 10 apresenta a composição do lodo resultante do sistema de tratamento da esmaltação.

Quadro 10: Composição química do lodo resultante do sistema de tratamento da esmaltação

COMPONENTE QUIMICO	PORCENTAGEM %
SiO ₂	15,31 a 48,37
Al ₂ O ₃	5,91 a 30,59
TiO ₃	0,37 a 0,72
CaO	0,59 a 17,98
MgO	0,21 a 0,86
B ₂ O ₃	2,19 a 11,19
ZrO ₂	1,16 a 3,31
Fe ₂ O ₃	1,55 a 8,31
PbO	1,63 a 28,39
ZnO	0,46 a 4,55
CdO	0,00 a 0,04
NiO	0,00 a 0,02
CuO	0,00 a 0,17
MnO	0,00 a 1,83
CoO	0,00 a 0,17
Cr ₂ O ₃	0,01 a 0,53
Li ₂ O	0,05 a 0,22
K ₂ O	0,29 a 1,73
Na ₂ O	0,51 a 2,39
Cl	0,07 a 0,62

Fonte: Blasco & Escardino (1992), citados por Alexandre (1996).

3.15 Indicador Ruído

A legislação brasileira, através da NR – 15, Anexo nº 01, regula os parâmetros que definem os limites toleráveis para a emissão de poluentes sonoros. De forma análoga aos outros poluentes, faz-se necessária e imprescindível a utilização de Indicadores de Desempenho que comprovam a eficácia dos métodos e equipamentos utilizados na empresa.

Segundo Mota (1997), o ruído pode ser definido como um som indesejável, ou seja, desagradável ao homem. Muitas atividades do homem resultam na emissão de ruídos, os quais se propagam principalmente através do ar.

O nível de ruído em um determinado local depende de vários fatores: características da emissão, nas fontes; distância entre as fontes e as áreas receptoras; condições de propagação do som.

Quando os ruídos alcançam níveis prejudiciais à saúde e ao sossego das pessoas, diz-se que ocorre a Poluição Sonora.

A intensidade do som é expressa em unidades de pressão (pressão sonora), sendo utilizada uma escala logarítmica, a qual exprime o som numa unidade chamada DECIBEL. A escala que representa o som de forma mais próxima ao comportamento da audição humana é chamada Curva A. Assim, a intensidade do som é expressa em decibel A – dB(A).

3.15.1 Fontes de Poluição Sonora

Segundo Mota (1997), as principais fontes de poluição sonora são:

- Atividades industriais;
- Meios de transporte terrestre;
- Tráfego aéreo;
- Obras de construção civil;
- Oficinas mecânicas;
- Altos-falantes, rádios, equipamentos de som;
- Aparelhos eletrodomésticos;
- Buzinas, campainhas, sirenes, apitos, etc.

3.15.2 Conseqüências da Poluição Sonora

Segundo Mota (1997), as principais conseqüências da poluição sonora são:

- Perda gradativa da audição
- Incômodo – irritação - exaustão física
- Perturbação do sono - insônia
- Fadiga
- Problemas cardiovasculares
- Estresse
- Aumento da adrenalina no sangue
- Aumento da produção de hormônio da tiróide
- Redução da eficiência e ocorrência de acidentes nos locais de trabalho.

A exposição do homem a ruídos pode causar-lhe danos à saúde, dependendo de vários fatores:

- **INTENSIDADE:** quanto mais elevada mais danosa.
- **FAIXA DE FREQUÊNCIA:** quanto mais elevada maior o dano.
- **PERÍODO DE EXPOSIÇÃO:** pessoas que permanecem muito tempo expostas a ruídos sofrem mais os seus efeitos.
- **INTERMITÊNCIA OU CONTINUIDADE:** ruídos contínuos prejudicam a audição; ruídos intermitentes interferem no sistema nervoso; esses efeitos podem ocorrer em conjunto.

- **CARACTERÍSTICAS DE CADA INDIVÍDUO:** lesões anteriores no aparelho auditivo.

3.16 Indicador Recursos Naturais

Segundo Margulis (1990), sempre que se fala na “crise ambiental” inclui-se a questão do aproveitamento dos recursos naturais na medida em que tais recursos são afetados pelas atividades econômicas do homem como, por exemplo, a geração de insumos, mas principalmente como depositários dos rejeitos destas atividades. Aí se enquadram as águas, o ar, os solos e o subsolo, as florestas naturais com sua fauna e flora, os oceanos, as regiões costeiras, etc. Além do desgaste ou contaminação diretos que podem ser causados, registram-se os efeitos sobre as capacidades de absorção e regeneração destes recursos.

No caso da poluição das águas, que é um problema de poluição típico, verifica-se um saturamento da capacidade natural dos rios e lagos de absorverem os poluentes e regenerarem-se. Esta capacidade, e não apenas o recurso água, constitui um recurso natural renovável. Despejar muita poluição nas águas significa pressionar muito a sua capacidade de absorção e regeneração, possivelmente extinguindo-a, tal como ocorre com as florestas naturais, os solos agrícolas, o ar das cidades e outros recursos da natureza. O próprio efeito estufa é exemplo disto com relação à camada de gás carbônico (CO₂). A diferença é o tempo de regeneração, muito maior no caso do CO₂ que no dos rios.

Bastante afeta à questão ambiental, devendo talvez ser entendida como parte dela, é a questão energética. Sua relação com os recursos naturais é ainda mais evidente já que todas as fontes de energia utilizadas pelo homem de alguma forma provêm de recursos naturais. Isto se aplica à energia do petróleo e de seus derivados, ao gás natural, às energias hidrelétricas e termelétricas, à lenha e à biomassa em geral, à energia nuclear (urânio), à energia solar, eólica, de marés, etc. O que varia é a tecnologia para transformar o recurso natural em energia útil.

3.16.1 Recursos Renováveis e Exauríveis

Segundo Margulis (1990), é comum classificarem-se os recursos naturais em renováveis e não renováveis ou exauríveis. Observa-se que os recursos renováveis possivelmente tornam-se exauríveis, e estes, apesar de não se tomarem renováveis, podem ao menos ser considerados não exauríveis. Isto dependerá, entre outros fatores, do horizonte de planejamento, do nível de utilização do recurso, dos custos de exploração, etc. Como exemplo, podemos citar o petróleo, tipicamente não renovável, pois o tempo de sua formação é contado em milhões de anos. O urânio é também não renovável. No entanto, não é possível vislumbrar-se tamanha nuclearização do planeta que leve à possibilidade de o urânio tornar-se escasso, passando, neste sentido, a ser um recurso não exaurível. Uma floresta, por outro lado, recurso tipicamente renovável, pode tornar-se exaurível se no processo de sua exploração forem destruídas as condições ecológicas que permitem sua regeneração natural.

Existem outros fatores que levam um recurso a ser encarado como renovável ou não,

tais como descobertas de novas jazidas, aprimoramento de tecnologias que permitam uma melhor recuperação na exploração e fatores como risco e incerteza, os quais podem antecipar ou proteger o período esperado de esgotamento de recursos naturais. O importante é como o tomador de decisões encara o recurso em função de sua demanda, da disponibilidade de recursos alternativos, do horizonte de planejamento, de sua aversão ao risco, etc.

3.16.2 Produtos Oriundos de Matérias-Primas Renováveis

De acordo com Lerípio (1998) são os produtos do futuro, capazes de serem produzidos em ciclos relativamente curtos e de atenderem às necessidades crescentes do consumo, o que, segundo a Filosofia da Emissão Zero, dá-se em consequência do aumento populacional e do aumento da qualidade de vida nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Os padrões de consumo *per capita* tendem a diminuir, tendo em vista uma melhor eficiência energética mundial após a adoção dessa filosofia de produção e consumo.

Como são produtos oriundos de matérias primas renováveis, não encontram no tempo um fator limitante, podendo ser aperfeiçoados até o nível de eficiência máxima de gestão de resíduos e subprodutos e de rentabilidade financeira do processo. Os resíduos e subprodutos originados apresentam relativa facilidade de gerenciamento, o que contribui para a viabilidade econômica e ambiental das atividades. Todas as matérias-primas renováveis apresentam necessidade de preservação de sua diversidade biológica a fim de garantirem as possibilidades de sobrevivência.

Todos os produtos oriundos de plantas e animais podem ser chamados de renováveis, com o relativo cuidado de se avaliar a matriz energética dos processos de beneficiamento de cada um deles. A própria energia é um exemplo muito rico, uma vez que estão atualmente em vigência diversas formas de energia não sustentáveis, caso do petróleo e do carvão mineral, baseados no consumo de recursos não renováveis.

3.16.3 Produtos Oriundos de Matérias-Primas Não Renováveis

Segundo Lerípio (1998), estes produtos são divididos em dois tipos: os **recicláveis**, ou **reaproveitáveis**, e os **indesejáveis**.

Os produtos **recicláveis** ou **reaproveitáveis** são aqueles que, uma vez cumprido um ciclo de vida, podem ser reprocessados e transformados no mesmo produto original ou em outros produtos, ou simplesmente reutilizados em sua forma original. Obedecem a um princípio básico de sustentabilidade, que é a necessidade de reciclagem total, ou seja, sem nenhuma perda. As perdas e ineficiências de reciclagem podem comprometer a longevidade da matéria-prima e do próprio produto, que pode se tornar muito dispendioso ao produtor ou ao consumidor. A aplicação de tecnologias limpas é de fundamental importância nesse contexto.

Os produtos **indesejáveis** são aqueles que por apresentarem riscos a saúde humana,

animal ou vegetal, devem ser banidos da cadeia de produção e consumo. São produtos que, em geral, apresentam mais desvantagens durante e após o uso do que vantagens inerentes à sua utilização. Exemplos explícitos são os agrotóxicos e suas diferentes categorias: fungicidas, inseticidas, bactericidas, herbicidas e outras substâncias sintéticas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Introdução

Neste capítulo pretende-se identificar os aspectos e impactos ambientais relevantes decorrentes da atividade da Cerâmica Eldorado (Unidade V do grupo Cecrisa). Buscou-se determinar os diversos tipos de poluição através do Diagnóstico Ambiental.

4.2 Histórico da Cecrisa

As origens do Grupo Industrial Cerâmico Cecrisa remontam a 1943, quando as famílias Freitas e Guglielmi se associaram para a extração de carvão mineral na bacia carbonífera de Criciúma, em Santa Catarina.

Com o crescimento das atividades, em 1968, as famílias resolveram dividir seus negócios. A partir daí, a família Freitas, liderada por Diomício Freitas, ampliou seus investimentos em outras áreas, entre as quais a da cerâmica.

Em 1980, Diomício Freitas distribuiu entre seus herdeiros os negócios da família, cabendo a seus filhos, Manoel Dilor de Freitas e Maria Dilza de Freitas Ams, e a seu genro, Adolfo Ams, entre outros, o Grupo Industrial Cerâmico.

Cecrisa – Cerâmica Criciúma S/A foi o nome que levou a primeira indústria do Grupo Cerâmico, implantada em Criciúma, Santa Catarina, com início de suas atividades produtivas em abril de 1971.

Idealizada na época como alternativa de desenvolvimento empresarial, em pouco tempo seus pisos destacaram-se no mercado nacional e internacional pela sua excelente qualidade. A partir de 1973, o grupo partiu para sua expansão, passando tanto pela aquisição como pela implantação de novas fábricas.

Assim, em 1973, foi adquirida a Incoesa (Tubarão – SC); em 1978, foi construída a Cemina (Anápolis – GO); em 1985, foi adquirida a Cesaca (Criciúma – SC); em 1986, foi construída a Eldorado (Criciúma – SC); em 1987, foram adquiridas a Cemisa (Santa Luzia – MG) e a Klace (Rio de Janeiro – RJ); e em 1988, foi construída a Portinari (Criciúma – SC). Além destas, o Grupo Cerâmico construiu a Fritasul (Criciúma – SC), especializada na fabricação de fritas (óxidos), matéria-prima (quartzo, feldspato, argilas) utilizada na preparação do esmalte para pisos.

Vale ressaltar-se que a atividade principal do Grupo Cecrisa é a indústria cerâmica. Entretanto, atua também nos ramos imobiliários, de mineração, reflorestamento, agropecuário e das

comunicações, com uma rede de dez emissoras de rádios AM e FM em todo o litoral catarinense e participação acionária em quatro emissoras de televisão em Santa Catarina.

Com 17 (dezesete) filiais de vendas, instaladas nas principais cidades e capitais do País, é responsável por 42% (quarenta e dois por cento) do mercado nacional de pisos e 9% (nove por cento) de azulejos.

No mercado internacional participa com mais de 40% (quarenta por cento) das exportações brasileiras de pisos destinadas a 52 (cinquenta e dois) países, sendo que mais de 50% (cinquenta por cento) deste total para mercados tão exigentes como a Europa e a América do Norte.

4.2.1 Histórico da Cecrisa Unidade V

Seus fundadores-proprietários foram: Andres Perssil, Evaldo Stopassoli, Hélio Mazzolli, Helmoult Scharschmidt, José Carlos Fernandes.

Em 15 de agosto de 1986, foi inaugurada a Cerâmica Eldorado, com produção inicial de 40.000 m²/mês de pisos esmaltados.

Em 1993, mudou seu nome para Eldorado – Grupo Industrial Cerâmico Cecrisa Unidade V.

Com 48.000m² de área construída, a Cerâmica Eldorado S/A está implantada numa área total de 400.000m², em Criciúma – SC, com produção atual de 700.000 m²/mês de pisos esmaltados (processo de monoqueima).

Em 08 de dezembro de 1995, a Unidade V do Grupo Cecrisa obteve sua certificação pela ISO 9002.

Hoje a empresa vem conscientizando seus colaboradores para a preservação do meio ambiente, através de palestras, treinamentos, coleta seletiva de lixo, realização de programas como os 3R's (reduzir, reutilizar, reciclar) e educação ambiental.

Todos os anos é comemorada a semana do meio ambiente, com o plantio de espécies nativas em seus aterros, palestras sobre reciclagem, lixo, sistema de gerenciamento ambiental e exposições de artes confeccionadas com material reciclado. Já foram realizadas algumas melhorias na Empresa para preservar-se ainda mais o meio ambiente.

Em abril de 1996, foi desativada a usina de gás e substituída pelo combustível GLP.

Em dezembro do mesmo ano, foi instalado o Jet Scrubber (lavador de gás) na chaminé de um atomizador e montado o filtro-prensa para o tratamento de efluentes.

Hoje a empresa conta com um eficiente tratamento de efluentes e com uma boa recuperação de seus resíduos.

4.3 Descrição do Processo Cerâmico

O Processo Cerâmico visa a produzir revestimentos cerâmicos a partir da queima de matérias-primas naturais (argilas), vidrados e corantes (óxidos). As principais etapas do processo são: moagem, atomização, prensagem, secagem e queima.

4.3.1 Preparação de Massa

A principal finalidade deste setor é a de transformar as matérias-primas naturais de forma que a composição e a granulometria final sejam adequadas a formação do biscoito, na etapa de prensagem.

Recebimento da matéria-prima

Após a extração e o beneficiamento, a matéria-prima (argilas, quartzo, feldspato) é transportada até a unidade produtiva, sendo estocada no pátio. Os lotes, após liberação laboratorial, são encaminhados para os boxes, onde seguirão para o processo.

Dosagem

Recebida a fórmula de carga do laboratório, o setor de preparação de massa procede à pesagem das diferentes matérias-primas que compõem a massa, as quais são, a seguir, transportadas por correias até os moinhos.

Moagem

Na etapa de moagem, as matérias-primas têm suas partículas reduzidas dentro de uma distribuição granulométrica adequada aos padrões da empresa.

A redução do tamanho das partículas é realizada em moinhos de bolas, consistindo basicamente de um recipiente cilíndrico em cujo interior alojam-se bolas de ágata de diferentes tamanhos. O cilindro é dotado de movimento de rotação, as bolas deslocam-se no interior deste, produzindo a moagem por choque e roçamento com o material a moer. Nestes moinhos o material a moer mistura-se com água para facilitar a operação. O produto obtido denomina-se barbotina.

Peneiramento

Após a descarga dos moinhos, a barbotina (matéria-prima processada em solução aquosa) é conduzida às peneiras vibratórias a fim de separar o material de tamanho excessivo do restante ou também separar alguma impureza de tamanho relativamente grande.

Armazenamento

Depois da matéria-prima ser moída, peneirada e liberada através de seus controles de densidade, viscosidade e resíduo, a barbotina é encaminhada para os tanques de armazenamento, onde permanecerá em agitação constante.

Atomização

A barbotina procedente dos tanques de armazenamento, com um conteúdo de água pré-estabelecido de acordo com as características das matérias-primas e com uma viscosidade adequada, é bombeada à pressão constante, por meio de bombas de pistão, para o sistema de pulverização da barbotina. A abertura dos bicos pulverizados é calibrada segundo as necessidades de granulometria.

A barbotina finamente dividida e nebulizada, é secada no atomizador mediante a passagem em contra-corrente de ar quente produzida no gerador.

O granulado, com umidade 5,0% a 7,0%, é descarregado sobre uma correia transportadora e levado aos silos de armazenamento.

4.3.2 Prensagem

Quando a massa sai do atomizador vai para o setor de prensa. Existem várias correias que levam a massa até os silos, caindo em seguida em um funil atrás da prensa. Esta faz uma forte pressão sobre a matéria, saindo então o produto no formato do piso: o "biscoito".

4.3.3 Secagem

A secagem no processo de fabricação cerâmica refere-se à eliminação da água da substância que a contém.

Dada a forma da matriz à massa (nas prensas), é necessário retirar-se a água excedente (umidade 5% a 7%) usada no processo de compactação. Assim, consegue-se uma maior resistência do "biscoito" de massa.

A secagem dos materiais cerâmicos efetua-se mediante circulação de ar quente. O ar serve como portador de energia e transporta o vapor d'água.

4.3.4 Preparação de Esmaltes

Esmalte é o vidro cerâmico aplicado em peças cerâmicas na forma de uma camada homogênea, apresentando um certo grau de durabilidade.

Os esmaltes são feitos de fritas (óxidos, quartzo, fluorita alumina silicatos, caulim), corante, aditivos, suspensores (bentonita) , e água.

Os esmaltes são aplicados em peças cerâmicas com diversas finalidades: impermeabilizá-las, embelezá-las, aumentar sua resistência ao desgaste (abrasão), aumentar sua resistência ao ataque químico (ácidos e bases), aumentando também a sua resistência mecânica.

Dosagem

Recebida a fórmula de carga, o setor de preparação de esmaltes procede à pesagem das diferentes matérias-primas que compõem o esmalte.

Moagem

A moagem é um processo de redução de tamanho entre duas superfícies. A ação que motiva a quebra do material é o resultado da combinação da queda dos corpos moedores sobre o revestimento do moinho, do carregamento dos mesmos corpos sobre esse revestimento e finalmente do impacto ou escorregamento dos corpos moedores entre si. A moagem é realizada por meio de moinhos de bolas, via úmida.

Peneiramento

Depois de efetuar-se o controle de resíduos e um ensaio comparativo com uma amostra padrão, realiza-se a descarga dos moinhos, após o que a mistura é diretamente conduzida às peneiras vibratórias a fim de separar-se o material de tamanho excessivo do restante ou também separar alguma impureza de tamanho relativamente grande.

Armazenamento

O esmalte, depois de moído, é transferido aos tanques de homogeneização para armazenamento. Os depósitos de armazenamento dispõem de pás agitadoras com funcionamento contínuo para manter homogêneo todo o esmalte.

Liberção

A liberação ocorre segundo normas da empresa, onde a amostra de esmalte é aplicada em uma peça juntamente com uma amostra padrão e, através de comparação visual, analisa-se tonalidade, brilho, textura e transparência.

4.3.5 Preparação de Tintas

Tintas Serigráficas são o conjunto de substância sólidas dispersas num fluido veículo e eventuais aditivos.

Trata-se de um esmalte cujo solvente da suspensão é um fluido de origem orgânica ao invés de água. O conjunto da tinta pode transferir-se facilmente através de uma malha (tela serigráfica) sob a ação de uma espátula.

Dosagem

Recebida a fórmula de carga, o setor de preparação de tintas procede à pesagem das matérias-primas cruas que compõem a tinta.

Mistura

É feito o carregamento do material juntamente com a quantidade necessária de veículo em um tacho com agitador para efetuar a homogeneização. Após a perfeita homogeneização, a suspensão passa através do moinho Frima, no qual um rebolo de pedras desagrega qualquer grumo formado anteriormente.

Armazenamento

Após o moinho Frima ser descarregado, a tinta é armazenada em vascas ou galões de plásticos.

Liberação

A liberação ocorre segundo normas da empresa, sendo a amostra aplicada em uma peça juntamente com uma amostra padrão e, através da comparação visual, analisa-se tonalidade, brilho, textura e transparência.

4.3.6 Esmaltação/Decoração

Limpeza da superfície

Tem como objetivo a eliminação do pó que pode ficar sobre a peça antes da esmaltação. Isto se consegue com o uso de escovas rotativas sobre todo o plano da peça, acionadas por um motor. Estes motores devem ter uma grande velocidade de rotação.

Geralmente as escovas retiram as sujeiras mais grossas, ficando os sopradores

responsáveis pela retirada do material mais fino. O soprador nada mais é do que um pequeno ventilador com um canalizador de ar em forma de boquilha.

Aplicação de água

A umidificação da peça é conseguida através da pulverização de água e fluxo constante. Esta aplicação de água é realizada através das cabines de água.

Aplicação de esmalte

Efetua-se através de campanas, constituídas de uma campânula parabólica na qual desliza o esmalte proveniente de um depósito superior. Sobre a campânula existe um depósito para transbordamento.

Em seu interior, uma tela cilíndrica serve para amortecer a perturbação do esmalte.

Limpeza da lateral do biscoito

Esta limpeza é realizada através dos rebarbadores. Trata-se de dois raspadores providos de discos de borracha, a úmido, que limpam o que escorre da superfície.

Na linha de esmaltação são montados grupos de rebarbadores, cada um com girador no centro para poder rebarbar os quatro lados da peça.

Aplicação de esmalte com pistola

Este tipo de máquina nebuliza o esmalte com ar comprimido.

O aerógrafo permite múltiplos efeitos, seja pelas possibilidades que oferece uma só pistola ou pela combinação de várias. Obtêm-se os efeitos chamados "sfumatos, destonificado, etc.

Serigrafia

A serigrafia é um sistema de aplicação de tintas em determinadas zonas da peça, reproduzindo um desenho. Dispõe, como meio de aplicação, de uma tela de nylon, com malhas livres, obstruídas segundo o desenho que se queira apresentar. A tinta é transmitida à peça por meio de uma espátula que, pressionando a tela, entra em contato com a peça e deixa impresso um desenho.

Cada peça, em seu movimento de translação na linha de esmaltação, atua sobre um micro-contato, pondo em funcionamento o braço que contém a espátula, movendo-a no sentido do avanço das peças ou no sentido perpendicular a estas, onde deposita a tinta. No seu regresso

pressiona sobre a tela e imprime.

Os elementos que formam parte da decoração serigráfica são:

- Telas serigráficas
- Tintas
- Máquinas serigráficas

4.3.7 Queima

Entende-se por queima o aquecimento de acordo com um plano pré-estabelecido das peças cruas e moldadas, seguido de resfriamento igualmente estabelecido.

A queima de massas cerâmicas provoca uma modificação fundamental de suas propriedades, dando lugar a um material duro e resistente.

Pré-aquecimento

Dentro do pré-aquecimento propriamente dito, pode-se distinguir uma primeira fase em que se completa a secagem, eliminando-se o restante da umidade até 200°C. Numa segunda fase, até 400-500°C, elimina-se a água de constituição.

A 573°C ocorre a transformação do quartzo alfa em quartzo beta, com aumento de volume.

Inicia-se a combustão total da matéria orgânica e posteriormente (800-900°C) a decomposição dos carbonatos.

Queima

Esta etapa está compreendida no intervalo entre 1000 – 1200°C, até a temperatura máxima de queima.

Resfriamento

Quando se finaliza a introdução de calor, inicia-se o resfriamento. Nesta esta etapa ocorre a transformação do quartzo beta para quartzo alfa.

4.3.8 Classificação

Após o revestimento cerâmico ter percorrido todas as etapas anteriormente descritas, ele deve passar por um processo de escolha, onde será realizada uma triagem que o classificará

conforme suas qualidades técnicas.

Escolha

As máquinas de escolha fazem a classificação por tamanho/bitolas, empenamento, esquadro e lunetas.

Os defeitos superficiais são avaliados pelos "olhos humanos". Desta forma, são feitos riscos na superfície da peça esmaltada pelo classificador, indicando a classe na qual se encaixa cada revestimento cerâmico.

Desta forma:

- Classe A: não tem defeito
- Classe B: tem defeito somente a 1m de distância
- Classe C: tem defeito até 3m de distância

Embalagem e paletização

Após a classificação, há o processo realizado pelas máquinas, durante o qual ocorrem as seguintes etapas:

- Empilhamento das peças (de acordo com suas respectivas classes);
- Embalagem;
- Impressão.

Ainda durante este processo, as máquinas realizam a estocagem do material, colocando as caixas nos pallets.

Transporte e inspeção

Após o material ter sido paletizado, transporta-se o produto classificado e embalado para posterior inspeção. Nesta fase é feita a verificação do produto quanto à classificação, defeito de superfície, empeno, calibre, legibilidade da escrita, totalidade das informações impressas, fechamento completo das embalagens e empilhamento correto das caixas no estrado.

4.3.9 Expedição

Entrada no entreposto

O recebimento do produto acabado inicia-se com a colocação do palete no entreposto. Separa-se os produtos do mercado interno e externo, colocando cada parte na respectiva área.

Expedição

Nesta etapa procede-se ao controle do estoque do produto e à sua liberação para carregamento.

Exportação

Nesta fase, encaminha-se o material que vai para outros países, quase todos da América Latina e algumas saídas para a Austrália e Estados Unidos. Somente 20% do material produzido é exportado. Os transportes utilizados na exportação são rodoviários e marítimos.

Carregamento

A carga paletizada do mercado interno obedece à seqüência de carregamentos conforme o mercado interno; e a carga paletizada do mercado externo obedece à seqüência de carregamento do mercado externo.

A figura 2 ilustra o Fluxograma Geral do Processo Cerâmico:

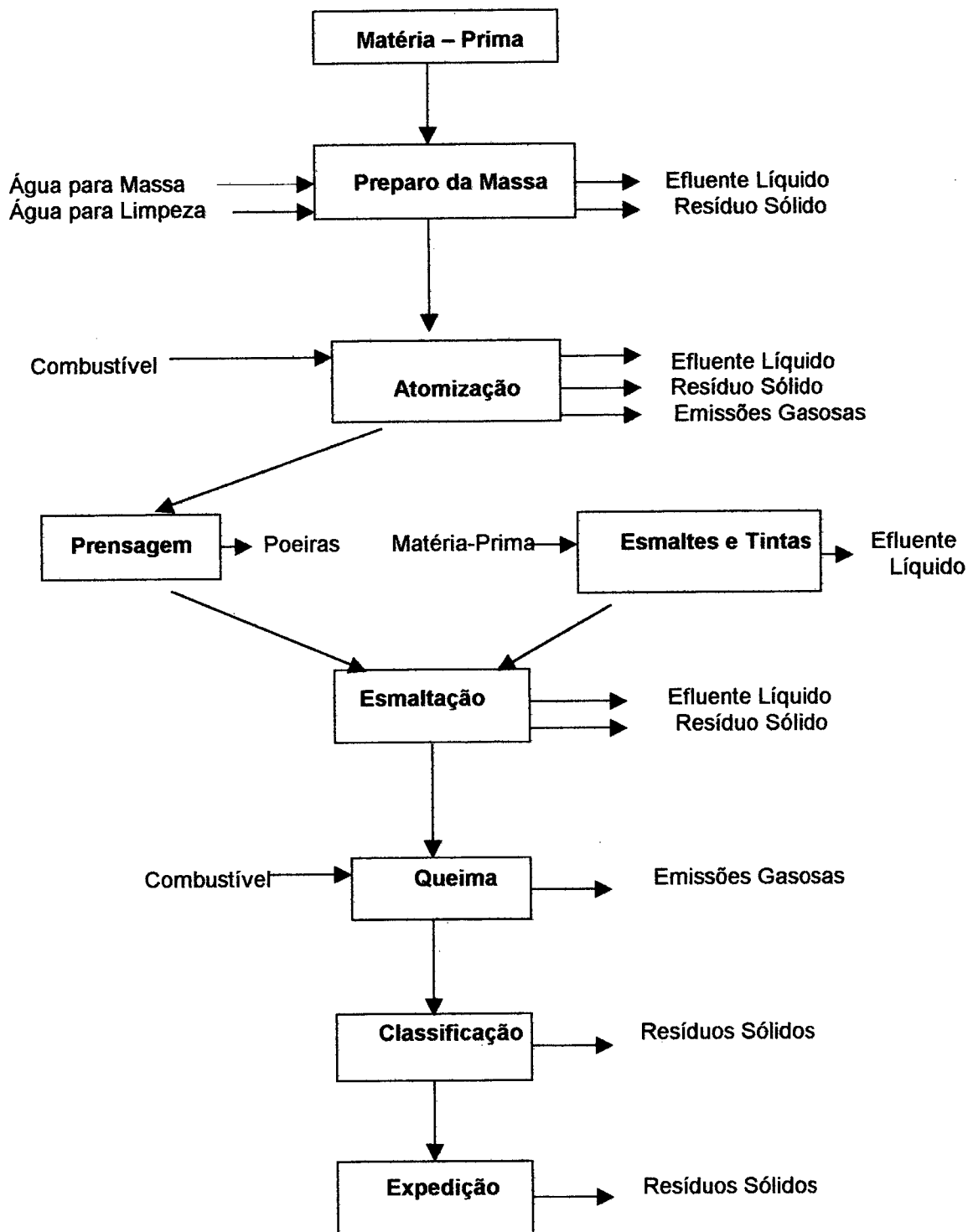
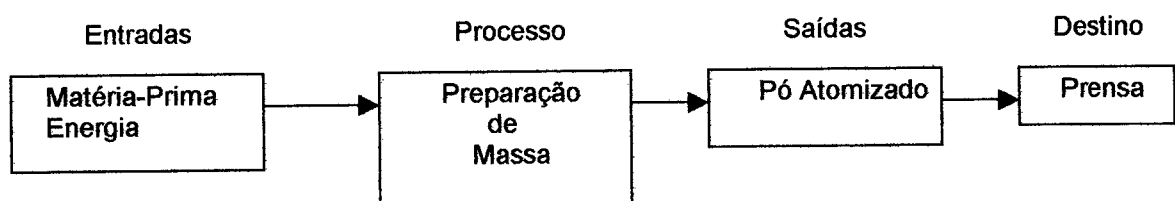


Figura 2: Fluxograma do Processo Cerâmico

4.4 Levantamento dos Impactos Ambientais

A figura 3 apresenta o Levantamento dos Impactos Ambientais para o sub-processos do setor de preparação de massa. Os levantamentos de impactos ambientais para os demais sub-processos encontra-se no Anexo I.

4.4.1 Macrofluxo do Processo Seleccionado – Preparação de Massa



Fluxograma do Processo Seleccionado

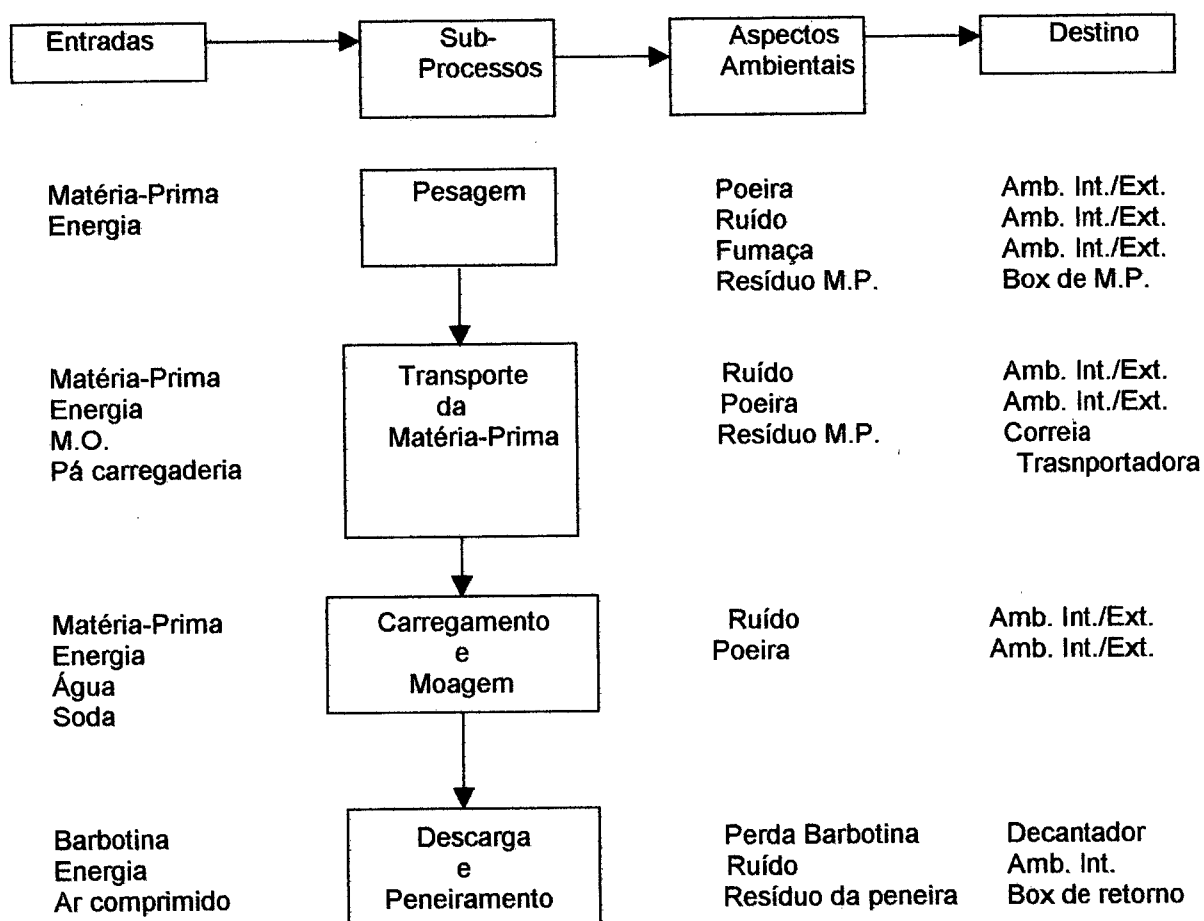


Figura 3: Macrofluxo do subprocesso – preparação de massa (continua)

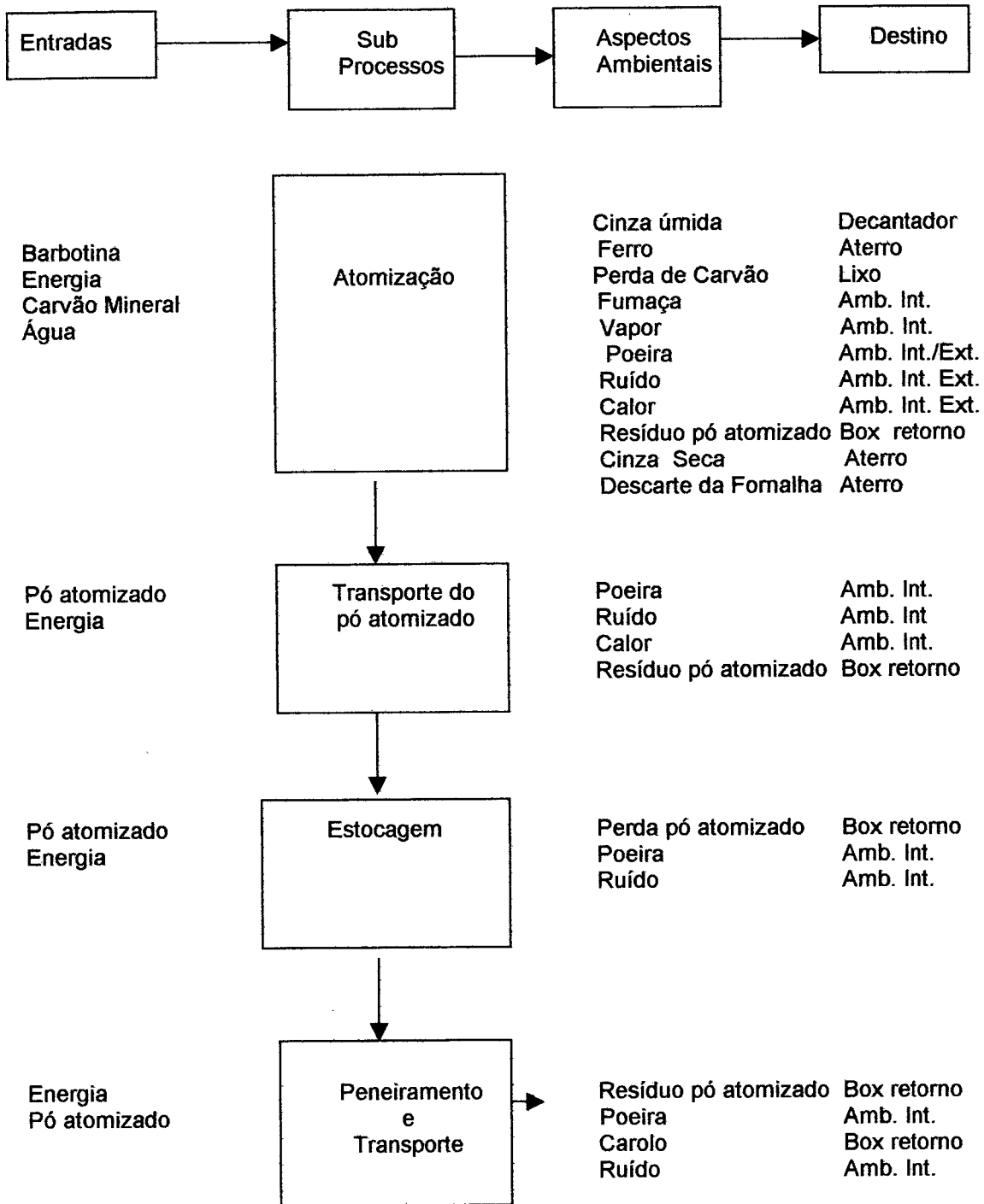


Figura 3: Macrofluxo do sub-processo – preparação de massa

4.5 Diagnóstico Ambiental

A metodologia de coleta dos dados fundamentou-se da seguinte forma:

- Efluentes Líquidos: quantificados através da vazão e qualificados através de análises físico-químicas;
- Resíduos Sólidos: quantificados através da coleta e pesagem dos resíduos;
- Emissões Atmosféricas: as emissões da atomização foram determinadas a partir das análises isocinéticas das fontes de emissões, e as emissões dos fornos a partir de curvas fornecidas pelos fabricantes;
- Demais Aspectos: obtidos através dos controles operacionais da empresa.

Os valores descritos no Diagnóstico Ambiental foram mensurados em base úmida, ou seja, sem a retirada da umidade das matérias-primas.

No anexo II encontra-se o balanço de massa do processo produtivo em base seca, para uma média de produção mensal de 700.000 m² de revestimento cerâmico produzido.

Os valores descritos no Diagnóstico Ambiental foram mensurados em base úmida, ou seja, sem a retirada de umidade das matérias-primas.

4.5.1 Setor de Preparação da Massa/Atomização

O setor de preparação da massa utiliza três fontes distintas de energia: carvão mineral, utilizado para o abastecimento das fornalhas; óleo diesel, utilizado como combustível para as máquinas que transportam as matérias-primas; e energia elétrica. O consumo de carvão mineral é de 2,07 ton/m² de cerâmica fabricada; de óleo diesel, de 0,03 L/m²; e de energia elétrica, de 0,75 KWH/m².

Para a produção da massa são utilizados, em média, 20,63 kg/m² de matéria-prima.

Consumem-se mensalmente 0,45 kg/m² de soda para correção do pH da barbotina.

A mão-de-obra empregada neste setor totaliza 27 pessoas.

A questão dos ruídos e do calor é bastante importante para a saúde do trabalhador. A poluição sonora e o calor produzidos no interior da fábrica constituem um impacto ambiental significativo nos limites do parque fabril.

A média do ruído produzido em vários pontos críticos do setor é de 88dB, e a média do calor, também produzido em vários pontos críticos, é de 35°C.

Água/efluentes líquidos

O setor de massa consome diariamente 1,92 L/m² de água bruta que provém do Córrego Eldorado, localizado nas proximidades da fábrica.

Estes 1,92 L/m² de água são destinados ao abastecimento das bombas de pistão e à

lavagem de pisos e moinhos.

As bombas de pistão trabalham em circuito fechado, mas são perdidos, por vazamentos, $0,21 \text{ L/m}^2$ de água. As águas de lavagem são coletadas por canaletas, distribuídas nos pisos do setor. Através dessas canaletas, o efluente é transportado para o tanque de decantação. O efluente proveniente do tanque de decantação da massa é reaproveitado para a preparação da massa.

Na moagem da matéria-prima utiliza-se a água recirculada do tanque de decantação da massa e do tanque de decantação do esmalte. Estes dois tanques juntos produzem $6,0 \text{ L/m}^2$ de efluentes.

Para a carga do moinho são necessários $6,0 \text{ L/m}^2$ de água.

A ETE (Estação de Tratamento de Efluente) recebe do setor de massa $1,71 \text{ L/m}^2$ de efluente líquido. Esse efluente é composto basicamente por material argiloso em forma de sólidos suspensos e sedimentáveis.

No anexo III encontra-se o Balanço Hídrico do processo produtivo de todas as etapas potencialmente consumidoras de água e geradoras de efluentes.

Água de Arraste das Cinzas das Fornalhas

São necessários $6,66 \text{ L/m}^2$ de água para alimentar as fomalhas dos atomizadores. Estas águas trabalham em circuito fechado, ou seja, as águas residuárias seguem para o tanque de decantação das cinzas, retornando para a alimentação das fomalhas, com uma perda de $0,22 \text{ L/m}^2$. O efluente líquido das cinzas tem sua composição à base de cinzas de carvão mineral, em forma de sólidos suspensos e sedimentáveis.

A temperatura do efluente resultante deste processo pode variar entre 70°C a 80°C .

Resíduos sólidos

O setor de massa gera resíduos reaproveitáveis e não reaproveitáveis. Os resíduos reaproveitáveis retornam para o processo de produção enquanto que os resíduos não reaproveitáveis são dispostos em aterros.

São produzidos em média $0,085 \text{ kg/m}^2$ de resíduos de matéria-prima na pesagem e transporte da mesma. Na pesagem estes resíduos retornam para seus respectivos boxes. No transporte das matérias-primas os mesmos retornam para as correias transportadoras antes da moagem, pois já foram pesados e fazem parte da carga da moagem.

Nas peneiras vibratórias e nas correias transportadoras são produzidos $0,05 \text{ kg/m}^2$ de resíduo de barbotina. O destino deste resíduo é o box de retorno, onde serão utilizados novamente na preparação da massa.

O transporte do carvão mineral para alimentação das fomalhas gera resíduos, ou seja, no transporte sempre há perdas de carvão no chão da fábrica. Esta perda é em média de $0,0073$

kg/m². Estes resíduos retornam ao abastecimento das fornalhas.

O resíduo do pó atomizado, gerado nos sub-processos de atomização, transporte, estocagem e peneiramento do mesmo, produz mensalmente 0,13 kg/m². Este resíduo de pó atomizado retorna ao box de retorno onde será novamente utilizado na preparação da massa.

O pó atomizado passa por peneiras e os grânulos mais grossos (carolos) são retidos nas mesmas, totalizando 0,05 kg/m². Os carolos também retornam ao box de retorno, onde serão utilizados na preparação da massa.

A quantidade de ferro gerada no processo de atomização é em média de 0,048 kg/m². Este ferro não é reaproveitado, pois contamina a "bolacha" e pode ocasionar problemas na prensagem da mesma. O destino final do ferro é um aterro.

Gera-se uma média de 0,26 kg/m² de "descarte da fomalha", que serão também depositadas em aterro.

Quando o carvão mineral é queimado nas fornalhas, produz resíduos: as cinzas secas e as cinzas úmidas. A produção da cinza úmida é de 1,98 kg/m² e a produção da cinza seca, de 0,08 kg/m². Estas cinzas são descarregadas em caminhões e encaminhadas para o aterro.

Emissões gasosas

Este setor é o responsável por uma maior quantidade de emissão gasosa gerada. São queimados, 2,07 ton/m² de carvão nas fornalhas dos atomizadores, gerando um impacto ambiental significativo.

O carvão queimado produz material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂), trióxido de enxofre (SO₃) e óxidos de enxofre (SO).

Calculou-se a concentração e a taxa de emissão de MP, SO₂ e CO₂, emitidos para a atmosfera através das chaminés dos atomizadores, conforme anexo IV. A concentração calculada de MP foi de 1100 mg/Nm³; a concentração de SO₂ de 3,4 mg/Nm³; e a concentração de CO₂ de 137,5 mg/Nm³. A taxa de emissão calculada de MP é de 27,973 kg/h; a de SO₂ de 86,46 kg/h; e a de CO₂ de 3496,6 kg/h. Nota-se que em nenhuma chaminé estão presentes equipamentos que eliminam ou reduzem os poluentes atmosféricos.

A concentração de SO₃ e SO_x não foi calculada, pois a emissão desses gases é mínima em relação à concentração de MP e SO₂.

Há o lançamento de poeiras originárias das matérias-primas da massa, com grandes quantidades de sílica.

Os veículos que transportam as matérias-primas e que fazem o carregamento das mesmas para a pesagem da carga também são geradores de emissões atmosféricas tais como o monóxido de carbono (CO). Esses poluentes são gerados tanto no ambiente interno como no ambiente externo, estando os colaboradores expostos a este tipo de poluição.

De acordo com o Conselho Nacional de Trânsito, Resolução 510/77, é permitida a emissão de fumaça até a tonalidade igual ao padrão N° 2 da Escala de Ringelmann. Os veículos deste setor emitem fumaça quando comparados com a Escala de Ringelmann:

- Caminhões da Empresa: N° 1
- Caminhões de Terceiros: N° 1 e 2
- Pá Carregadeira: N°2
- Retroescavadeira: N°2
- Empilhadeira: N° 1

4.5.2 Setor de Prensagem/Secagem

O setor de prensagem e secagem utiliza três fontes distintas de energia: GLP, utilizado como combustível para os secadores; óleo hidráulico, utilizado para lubrificação das prensas; e energia elétrica. O consumo médio de GLP é de 0,27 ton/m²; de óleo hidráulico é de 0,0007 L/m²; e de energia elétrica, de 0,74 KWH/m².

Para a produção de 720.215 m² (produção + quebra) de "biscoito" são necessários 16,47 kg/m² de pó atomizado. A mão-de-obra utilizada neste setor envolve 14 pessoas.

A média do ruído produzido em vários pontos críticos do setor é de 88dB, e a média do calor, também produzido em vários pontos críticos, é de 32°C.

Água

A água consumida na prensa para a refrigeração dos trocadores de calor trabalha em circuito fechado, ou seja, a água vai para o reservatório e retorna para a prensa. Para a refrigeração dos trocadores de calor são necessários 37 L/m² de água, conforme Anexo III.

Resíduos sólidos

O setor de prensagem e secagem gera somente resíduos reaproveitáveis, ou seja, resíduos que retornam ao processo de produção.

Na prensagem do pó atomizado são produzidos resíduos por aspiração ou por quedas de pó no chão da fábrica após prensagem. Por aspiração são produzidos 0,032 kg/m², e no chão da fábrica chega a haver 0,027 kg/m² de pó. Estes 0,059 kg/m² de pó atomizado encaminham-se ao box de retorno, onde serão novamente utilizados na preparação da massa.

Neste setor há uma quebra de 1707 m² de "bolacha", também reaproveitados na preparação da massa.

Emissões gasosas

Os poluentes atmosféricos gerados neste setor são o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e hidrocarbonetos (HC), provenientes da queima do combustível GLP utilizado nos secadores.

Há também a geração de poeiras no ambiente interno do setor, principalmente na prensagem do pó atomizado. Estes tipos de poluente têm um impacto ambiental insignificante, não tendo, por isso, sido quantificados.

4.5.3 Setor de Esmaltes e Tintas (SET)

O SET consome 0,10 KWH/mês de energia elétrica.

Para a produção dos esmaltes e das tinta são necessários 0,647 kg/m² de matéria-prima.

A mão-de-obra utilizada neste setor compreende 24 pessoas.

A média do ruído produzido em vários pontos críticos do setor é de 85dB.

Água/efluentes líquidos

O SET consome 2,68 L/m² de água potável, distribuída de poços artesianos, através de bombas hidráulicas, e armazenada em reservatório.

Estes 2,68 L/m² de água são destinados à moagem das matérias-primas e à lavagem de pisos e moinhos. O consumo de água para a moagem das matérias-primas é de 0,24 L/m².

As águas de lavagem são coletadas por canaletas, distribuídas nos pisos do setor. Através dessas canaletas o efluente é transportado para o tanque de decantação.

O efluente proveniente do tanque de decantação de esmalte é reaproveitado para a preparação da massa.

A ETE recebe do setor de esmaltes e tintas 2,44 L/m² de efluentes líquidos. Segundo Duarte (1998), esse efluente líquido é composto basicamente por substâncias inorgânicas e insolúveis:

- Corantes (Al₂O₃, CaO, Zr, Si, Fe, Cr, Zn, Ni, Ca e Sn)
- Esmalte (SiO₂, B₂O₃, Na₂O e PbO)
- Resina Sintética
- Tinta (Pb, Ca, Si, Al, Fe, Cr, Cb e Mn)

- Poliíol SEMIX (Óxido de eteno e propeno)
- Wollastonite (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , SiO_2 e silicatos)
- Alumina Calcificada (Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 e Na_2O)
- Óxido de Zinco
- Bentonita (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO e Na_2O)
- Feldspato (Fe_2O_3 , TiO_2 e ZrO_2)
- Calcita (CaO , SiO_2 , MgO , Al_2O_3 , P_2O_3 e SO_3)
- Ultrox 500 W (Fe_2O_3 , TiO_2 e ZrO_2)
- Sólidos finos em suspensão (argilas, fritas e silicatos)

Resíduos sólidos

São gerados $0,0002 \text{ kg/m}^2$ de embalagem plástica, $0,02 \text{ kg/m}^2$ de embalagem de papelão, e $0,00009 \text{ kg/m}^2$ de embalagem de latão (ferro). Todos estes três tipos de embalagem são vendidos para reciclagem. Os sacolões de rafia e os containers de plástico são devolvidos aos fornecedores.

O efluente líquido proveniente do tanque de decantação do esmalte (SET e esmaltadeira) passa pelo filtro-prensa, produzindo um resíduo sólido (torta). Esse resíduo segue para o box de esmalte decantado, após o que será utilizado na preparação da massa.

Emissão gasosa

Na pesagem das matérias-primas para a produção da carga do esmalte existe a geração de poeiras poluentes. Há um exaustor que carrega parte da poeira do ambiente interno para o ambiente externo.

De acordo com o Conselho Nacional de Trânsito, Resolução 510/77, é permitida a emissão de fumaça até a tonalidade igual ao padrão N° 2 da Escala de Ringelmann. Os veículos deste setor emitem fumaça quando comparados à Escala de Ringelmann:

Caminhões da Empresa: N° 1

Caminhões de Terceiros: N°s 1 e 2

Pá Carregadeira: N° 2

Retroescavadeira: N° 2

Empilhadeira: N°1

4.5.4 Setor de Esmaltação

O setor de esmaltação consome $0,21 \text{ KWH/m}^2$ de energia elétrica.

Para a produção de 724.64 m^2 de "biscoito" esmaltado e decorado são necessários 0,61

kg/m² de esmalte e 0,037 kg/m² de corante.

A mão-de-obra utilizada neste setor compreende um total de 59 pessoas.

A média do ruído produzido em vários pontos críticos do setor é de 92dB, e a média do calor também produzido em vários pontos críticos é de 26°C.

Água/efluente líquido

O setor de esmaltação consome 1,84 L/m² de água potável, distribuída de poços artesianos através de bombas hidráulicas e armazenada em reservatório. Para os rebarbadores das linhas de esmaltação estão sendo utilizados 1,13 L/m² de água recirculada do tanque de decantação de esmalte. Estes 1,84 L/m² de água são destinados às linhas de esmaltação e à lavagem dos equipamentos e dos pisos.

Nas linhas de esmaltação pode-se considerar que não há perdas de água, pois a evaporação na cabine de água é mínima e a água dos rebarbadores trabalham em circuito fechado.

As águas de lavagem são coletadas por canaletas, distribuídas nos pisos do setor. Através dessas canaletas, o efluente é transportado para o tanque de decantação de esmalte. O efluente proveniente do tanque de decantação do esmalte é reaproveitado para a preparação da massa.

A ETE recebe do setor de esmaltação 1,84 L/m² de efluente líquido, formado basicamente de resíduos de esmaltes e tintas, bem como compostos inorgânicos e insolúveis, sólidos suspensos e sedimentáveis, resultantes da lavagem dos pisos e dos equipamentos.

Resíduos sólidos

Neste setor há um quebra de 7842 m² de "biscoito, os quais são destinados ao box de retorno, sendo posteriormente reaproveitados na preparação da massa.

Emissões gasosas

Nas linhas de esmaltação é realizada a umidificação da peça através da pulverização de água. O vapor resultante da aplicação de água gera emissões atmosféricas muito poluentes no ambiente interno do setor. Este poluente é composto da evaporação de diversos óxidos metálicos provenientes de metais pesados, como chumbo, cádmio, níquel, cobalto e outros.

4.5.5 Queima

O setor de queima utiliza duas fontes distintas de energia: o GLP, utilizado como

combustível para o forno, e a energia elétrica. O consumo de GLP é de 0,85 ton/m², e da energia elétrica, de 0,33 KWH/m².

São queimados nos fornos, em média, 708959 m²/mês de "biscoito".

A mão-de-obra empregada neste setor compreende um total de 7 pessoas.

A média do ruído produzido em vários pontos críticos do setor é de 89dB, e a média do calor, também produzido em vários pontos críticos, de 39°C.

Resíduo sólido

Neste setor há uma quebra de 9377 m² de pisos esmaltados e decorados, os quais são depositados em aterros.

Emissões gasosas

Através da queima do combustível GLP utilizado no forno ocorre a produção de emissões gasosas, tais como o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO₂) e hidrocarbonetos (HC).

Calculou-se a média das taxas de emissões do Cl, NO₂, SO₂, NH₃ e B, lançados na atmosfera através das chaminés dos fornos (Ver anexo V). As concentrações destes poluentes, segundo o Instituto de Tecnologia Cerâmica Espanhola (ITC), são de : 26 mg/Nm³ de Cl, 27 mg/Nm³ de NO₂, 32 mg/Nm³ de SO₂, 0,2 mg/Nm³ de NH₃ e 3,5 mg/Nm³ de B.

4.5.6 Classificação

O setor de classificação consome 0,05 KWH/m² de energia elétrica. Para a classificação e embalagem de 699630m² de pisos/mês, são consumidos 0,00007 L/m² de tinta, 0,0008 kg/m² de cola, 0,076 m/m² de fita plástica e 0,09 kg/m² de estrado.

A mão-de-obra utilizada neste setor compreende um total de 73 pessoas.

A média do ruído em vários pontos críticos do setor é de 89dB, e a média do calor, também produzido em vários pontos críticos, de 30°C.

Resíduos sólidos

Neste setor quase não há quebra de pisos. Os resíduos sólidos produzidos são: embalagem plástica: 0,0011 kg/m²; embalagem de papel/papelão: 0,09 kg/m²; e bombonas de tinta: 0,065 kg/m².

Emissões gasosas

Além da poeira existente, as empilhadeiras são movidas a gás (GLP), liberando gases como o monóxido de carbono (CO) no ambiente interno do setor.

De acordo com o Conselho Nacional de Trânsito, Resolução 510/77, é permitida a emissão de fumaça até a tonalidade igual ao padrão N° 2 da Escala de Ringelmann. Os veículos deste setor emitem fumaça quando comparados com a Escala de Ringelmann: Empilhadeira: N°1

4.5.7 Expedição

O setor de expedição consome 0,02 KWH/m² de energia elétrica.

20% dos pisos produzidos são destinados ao mercado externo, enquanto 80% são destinados ao mercado interno.

Neste setor faz-se o uso de 04 empilhadeiras e 114 peças de cantoneira para a exportação dos pisos.

A média produzida em vários pontos críticos do setor é de 77dB e a média do calor também produzido em vários pontos do setor, de 27°C.

Resíduos sólidos

Quase não há quebra de pisos neste setor.

O resíduo sólido produzido são os estrados de madeira que equivalem a 0,011 kg/m²:

Emissões gasosas

As empilhadeiras do setor de expedição são movidas a gás (GLP), liberando monóxido de carbono (CO) no ambiente interno.

Os caminhões são movidos a óleo diesel, liberando monóxido de carbono (CO) para a atmosfera.

De acordo com o Conselho Nacional de Trânsito, Resolução 510/77, é permitida a emissão de fumaça até a tonalidade igual ao padrão N° 2 da Escala de Ringelmann. Os veículos deste setor emitem fumaça quando comparados à Escala de Ringelmann:

Caminhões da Empresa: N° 1

Caminhões de Terceiros: N°s 1 e 2

Empilhadeira: N°1

Os dados de todas as informações citadas neste diagnóstico foram condensados em

quadros, citados no anexo nº VI, para melhor entendimento dos valores obtidos em campo. Da mesma forma, no anexo nº III encontra-se o Balanço Hídrico do processo produtivo de todas as etapas potencialmente consumidoras de água e geradoras de efluentes.

5 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES AMBIENTAIS COM EMPREGO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

5.1 Introdução

O Método Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA) tem como principal objetivo auxiliar e fornecer subsídios para a tomada de decisão.

A metodologia MCDA desenvolve-se em duas grandes etapas: a estruturação e a avaliação.

A atividade de estruturação visa à construção de um modelo formalizado que passa pela caracterização da situação problemática em questão, ou seja, a elaboração de Indicadores de Qualidade Ambiental. Tal modelo é descrito abaixo através de seus principais elementos constituintes.

A atividade de avaliação será comentada no próximo capítulo.

5.2 Pontos de Vista

Segundo Bana e Costa (1992), citado por Ensslin (1998), um ponto de vista é a representação de um valor considerado importante o suficiente pelos atores para ser levado em consideração explicitamente no processo de avaliação das ações. No entanto, a simples identificação de pontos de vista não é suficiente para a construção de um modelo de avaliação das ações.

Bana e Costa (1992), citado por Ensslin (1998), acrescenta ainda:

- **Ponto de Vista Fundamental (PVF):** é um fim em si mesmo, ou seja, quando o decisor afirma que o ponto de vista é importante ele é importante, porque reflete um valor fundamental.

- **Ponto de Vista Elementar (PVE):** os PV's que por uma razão qualquer não foram considerados fundamentais são chamados pontos de vista elementares. Pontos de vista elementares são meios para se alcançarem pontos de vista fundamentais. Muitas vezes diversos pontos de vista elementares formam um ponto de vista fundamental.

Segundo Bana e Costa (1992), citado por Ensslin (1998), cada ponto de vista candidato a PVF deve obedecer às seguintes propriedades:

- Consensualidade
- Operacionalidade
- Inteligibilidade
- Isolabilidade.

5.3 Área de Interesse (AI)

São agrupamentos formados a partir da reunião dos Pontos de Vista Fundamentais (PVF's).

5.4 Descritores

É necessária a construção de uma função operacional sobre cada um dos pontos de vista fundamentais de modo a auxiliar a compreensão de um ambiente decisional complexo e de contornos mal definidos.

A construção de uma função operacional para cada ponto de vista fundamental vai clarificar o seu significado, tornando-o mais inteligível e fazendo com que não haja ambigüidade na sua interpretação por diferentes atores. Para isto necessita-se da construção de descritores.

Bana e Costa (1992), citado por Ensslin (1998), define um Descritor como sendo um conjunto de níveis de impacto associado ao ponto de vista fundamental. A construção de descritores é muito importante para a estruturação do problema.

5.4.1 Tipos de Descritores

Existem diversos tipos de descritores. Bana e Costa (1992), citado por Ensslin (1998), propõe três dimensões para a classificação de descritores, podendo ser quantitativos ou qualitativos; discretos ou contínuos; diretos, indiretos ou construídos.

- **Descritor Quantitativo:** descreve o ponto de vista fundamental somente por números;
- **Descritor Qualitativo:** descreve o ponto de vista fundamental não apenas por números mas também por expressões semânticas;
- **Descritor Contínuo:** descreve um ponto de vista fundamental por uma função matemática contínua.
- **Descritor Discreto:** o descritor é formado por um número finito de níveis.
- **Descritor Direto:** onde há um conjunto de níveis naturalmente associado ao ponto de vista.
- **Descritor Indireto:** não descreve o ponto de vista diretamente.
- **Descritor Construído:** os pontos de vista caracterizam-se principalmente pela sua constituição.

5.4.2 Propriedades dos Descritores

Keeney (1992), citado por Ensslin (1998), apresenta três propriedades para os descritores:

- **Mensurabilidade:** define um ponto de vista fundamental de forma mais detalhada do que ele por si só;

- **Operacionalidade:** descreve uma possível consequência de uma ação potencial com respeito ao PVF para o qual foi construído e fornece uma base sólida de discussão para julgamentos de valor sobre o ponto de vista.

- **Compreensibilidade:** não deve existir ambigüidade na descrição das consequências das ações potenciais em relação ao ponto de vista; e tampouco deve haver ambigüidade na interpretação destas consequências.

5.5 A Metodologia Macbeth

A metodologia MACBETH – Measuring Attractiveness by Categorical Based Technique, foi desenvolvido por Bana e Costa e Vasnick.

Esta metodologia propõe que a explicitação da intensidade de preferência que o decisor possui em relação às ações potenciais seja feita através da expressão de julgamentos absolutos de diferença de valor (atratividade) entre duas ações. O procedimento não tenciona obter a escala do decisor mas sim construí-la a partir de seus julgamentos de valor (Ensslin, 1998).

5.5.1 Abordagem das Preferências Locais – Escalas Cardinais

A metodologia MACBETH aborda o problema da construção de escalas de valores cardinais de forma diferenciada. MACBETH propõe ao decisor que exprima seus juízos de valor segundo uma semântica formada por seis categorias ($N = 6$):

C_1 – diferença de atratividade muito fraca

C_2 – diferença de atratividade fraca

C_3 – diferença de atratividade moderada

C_4 – diferença de atratividade forte

C_5 – diferença de atratividade muito forte

C_6 – diferença de atratividade extrema.

Cada PVF é comparado pelo decisor segundo as categorias de diferentes de atratividade, par a par dos seus respectivos descritores, resultando numa matriz de juízos de valores.

5.5.2 Construção da Escala de Valor Cardinal

Matematicamente a metodologia MACBETH é construída de quatro programas lineares seqüenciais. A formulação compacta do programa é representada a seguir:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{\substack{(a,b) \in C_k \\ K=1,2,\dots,5}} [\varepsilon(a,b) + \eta(a,b)] + \sum_{(a,b) \in C_6} [\alpha(a,b) + \delta(a,b)] \right\}$$

$$r1) s_1 = 0$$

$$r2) v(a_1) = 0 \text{ onde } \forall a \in A; \text{ vale a P } a_1$$

$$r3) \forall k \in \{2,3,\dots,6\}: s_k - s_{k-1} \geq 1000$$

$$r4) \forall k \in \{1,2,\dots,6\}, \forall (a,b) \in C_k: v(a) - v(b) \geq S_k + 1$$

$$r5) \forall k \in \{1,2,\dots,5\} \forall (a,b) \in C_k: v(a) - v(b) \geq S_{k+1} - 1$$

$$r6) \forall k \in \{1,2,\dots,5\} \forall (a,b) \in C_k: v(a) - v(b) = 0,5 (s_k + s_{k+1}) + \varepsilon(a,b) - \eta(a,b)$$

$$r7) \forall (a,b) \in C_6: v(a) - v(b) = s_6 + 1 - \alpha(a,b) + \delta(a,b)$$

$$r0) s_1, \dots, s_6 \geq 0; v(a) \geq 0 \forall a \in A; \varepsilon, \eta, \alpha, \delta \geq 0 \forall (a,b) \in A.$$

A resolução do programa formulada acima, resulta em uma escala de valor cardinal para os julgamentos de valor do decisor.

Através deste procedimento, o facilitador construirá escalas de valor cardinal local para todos os pontos de vista fundamentais do problema.

Para que se possa avaliá-los globalmente, serão necessárias as informações entre os PVF, também conhecidas como constantes de escala ou taxas de substituição.

5.5.3 Modelagem de Preferência Global – Escala Ordinal

Para a evolução do processo de apoio à decisão, faz-se necessária a modelagem de preferência global entre os PVFs.

Nesta modelagem é necessário determinarem-se as taxas de substituição entre os PVFs. Para a obtenção de tais taxas, deve-se seguir os seguintes procedimentos:

- a) Definição dos níveis Bom e Neutro para cada PVF;
- b) Colocação dos PVFs em ordem (ordenação dos níveis de importância);
- c) Julgamento, pelo decisor, dos PVFs par a par, conforme a metodologia MACBETH;
- d) Cálculo dos coeficientes de ponderação;

No processo da modelagem o decisor exprime seus julgamentos conforme seu juízo de valor.

Tais julgamentos, quando analisados pelo software "MACBETH", poderão apresentar inconsistência, ou seja, não serem compatíveis e logicamente aceitáveis.

Identificam-se dois tipos de inconsistência:

- **Inconsistência Semântica:** a diferença de atratividade julgada pelo decisor não é logicamente aceitável.

- **Inconsistência Cardinal:** os julgamentos do decisor são aceitáveis mas sua representação não é possível na escala dentro dos números reais.

5.5.4 Metodologia Empregada para as Fases de Estruturação e Avaliação dos Indicadores de Qualidade Ambiental

Na Fase de Estruturação faz-se necessária a execução das seguintes etapas:

a- **Elaboração das Árvores dos Pontos de Vista:** de acordo com o levantamento dos impactos e o diagnóstico ambiental, constrói-se uma estrutura identificada pelo indicador ambiental (área de interesse) e seus aspectos ambientais (ponto de vista fundamental e elementar). Os pontos de vista fundamentais e elementares são selecionados pelo seu grau de importância relativo à área de interesse em questão;

b- **Descrição dos Pontos de Vista Fundamentais (PVF) e Elementares (PVE):** de acordo com a árvore dos pontos de vista, faz-se a descrição das possíveis combinações dos descritores, relacionando-os com seus respectivos níveis de impacto. A descrição dos PVFs e dos PVEs é realizada conforme os parâmetros obtidos pela legislação, benchmarking interno (metas) e externo. Atribui-se o maior nível de impacto à melhor ação considerada pelo decisor. Obtém-se, assim, uma matriz em escala ordinal;

c- **Elaboração da Matriz Semântica:** utilizando o software MacBeth, faz-se o julgamento par a par, pelo decisor, dos níveis de impacto de cada descritor. O programa gera uma escala cardinal para os níveis de impacto;

- **Determinação do Índice Ambiental:** procede-se ao relacionamento entre o aspecto ambiental quantificado no diagnóstico e seu respectivo parâmetro. A soma da relação dos aspectos ambientais proporciona o índice ambiental relativo à Área de Interesse (AI) em questão.

Após a estruturação dos PVF e PVE, repete-se o mesmo procedimento para cada AI (IAAR, IAAG, IARN, IARSe IARU), ou seja, as etapas a, b, c.

Por fim, o Índice Ambiental Global (IAG) é determinado pela soma de todos os índices ambientais multiplicado pelo seu respectivo peso.

Para a Fase de Avaliação, utiliza-se o software Hiview para análise dos dados obtidos na fase de estruturação.

Os indicadores ambientais são analisados segundo os estados potenciais de Bom, Atual e Neutro. O valor dos estados potenciais são extraídos da fase de estruturação e inseridos no software juntamente com seus respectivos pesos, que proporciona a avaliação global através de gráficos de dominância e sensibilidade.

A figura 4 apresenta a construção da árvore dos PVFs do Indicador Ambiental da Água (IAAG).

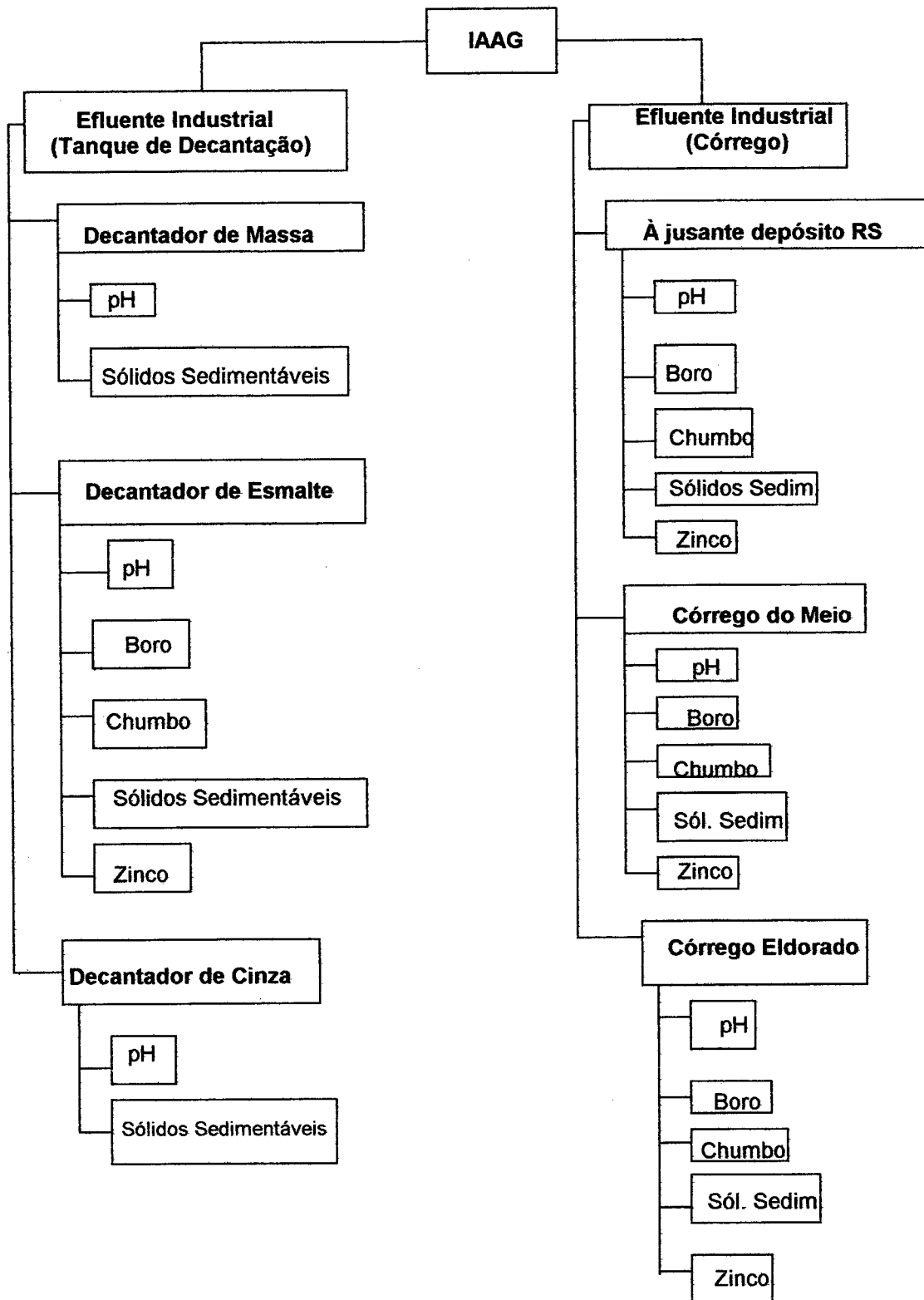


Figura 4: Árvore de pontos de vista - IAAG

- EFLUENTE INDUSTRIAL (Tanque de Decantação) - Área de Interesse 1

- DECANTADOR DE MASSA

PVF1 – pH: avalia o teor de pH da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 11 apresenta o descritor do PVF1 com seus níveis de impacto. O quadro 12 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 11: Descritor do PVF1

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor de 6 a 8	* N4
A água residuária da ETE tem valor de 5 a 9	N3
A água residuária da ETE tem valor de 4 a 10	N2
A água residuária da ETE tem valor de 3 a 11	N1

* situação atual da empresa

Quadro 12: Matriz semântica do PVF 1

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			3	5	75,0
N2				3	37,5
N1					0,00

PVF2 – Sólidos Sedimentáveis: avalia o teor de sólidos sedimentáveis da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 13 apresenta o descritor do PVF2 com seus níveis de impacto. O quadro 14 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 13: Descritor do PVF2

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mL/L	N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mL/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 1,0 mL/L	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 14: Matriz semântica do PVF 2

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	100,0
N2			5	55,6
N1				0,0

- DECANTADOR DE ESMALTE

PVF3 – pH: avalia o teor de pH da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 15 apresenta o descritor do PVF3 com seus níveis de impacto. O quadro 16 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 15: Descritor do PVF3

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor de 6 a 8	* N4
A água residuária da ETE tem valor de 5 a 9	N3
A água residuária da ETE tem valor de 4 a 10	N2
A água residuária da ETE tem valor de 3 a 11	N1

* situação atual da empresa

Quadro 16: Matriz semântica do PVF 3

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			3	5	75,0
N2				3	37,5
N1					0,00

PVF4 – Sólidos Sedimentáveis: avalia o teor de sólidos sedimentáveis da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 17 apresenta o descritor do PVF4 com seus níveis de impacto. O quadro 18 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 17: Descritor do PVF4

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mL/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mL/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 1,0 mL/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 18: Matriz semântica do PVF 4

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	100,0
N2			5	55,6
N1				0,00

PVF5 – Boro: avalia o teor de boro da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 19 apresenta o descritor do PVF5 com seus níveis de impacto. O quadro 20 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 19: Descritor do PVF5

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 4 mg/L	N3 *
A água residuária da ETE tem valor até 5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 20: Matriz semântica do PVF 5

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	66,7
N1				0,00

PVF6 – Chumbo: avalia o teor de chumbo da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 21 apresenta o descritor do PVF6 com seus níveis de impacto. O quadro 22 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 21: Descritor do PVF6

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 0,5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 22: Matriz semântica do PVF 6

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF7 – Zinco: Avalia o teor de zinco da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 23 apresenta o descritor do PVF7 com seus níveis de impacto. O quadro 24 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 23: Descritor do PVF7

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 1,0 mg/L	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 24: Matriz semântica do PVF 7

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	83,3
N2			6	54,5
N1				0,00

- DECANTADOR DE CINZA

PVF8 – pH: Avalia o teor de pH da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 25 apresenta o descritor do PVF8 com seus níveis de impacto. O quadro 26 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 25: Descritor do PVF8

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor de 6 a 8	N4
A água residuária da ETE tem valor de 5 a 9	N3
A água residuária da ETE tem valor de 4 a 10	N2
A água residuária da ETE tem valor de 3 a 11	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 26: Matriz semântica do PVF 8

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			3	5	75,0
N2				3	37,5
N1					0,00

PVF9 – Sólidos Sedimentáveis: Avalia o teor de sólidos sedimentáveis da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 27 apresenta o descritor do PVF9 com seus níveis de impacto. O quadro 28 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 27: Descritor do PVF9

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mL/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mL/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 1,0 mL/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 28: Matriz semântica do PVF 9

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	83,3
N2			5	55,6
N1				0,00

- EFLUENTE INDUSTRIAL (Córrego) - Área de Interesse 2

- À JUSANTE DO DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

PVF10 – pH: avalia o teor de pH da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 29 apresenta o descritor do PVF10 com seus níveis de impacto. O quadro 30 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 29: Descritor do PVF10

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor de 6 a 8	* N4
A água residuária da ETE tem valor de 5 a 9	N3
A água residuária da ETE tem valor de 4 a 10	N2
A água residuária da ETE tem valor de 3 a 11	N1

* situação atual da empresa

Quadro 30: Matriz semântica do PVF 10

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			3	5	75,0
N2				3	37,5
N1					0,00

PVF11 – Boro: Avalia o teor de boro da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 31 apresenta o descritor do PVF11 com seus níveis de impacto. O quadro 32 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 31: Descritor do PVF11

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 32: Matriz semântica do PVF 11

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF12 – Chumbo: Avalia o teor de chumbo da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 33 apresenta o descritor do PVF12 com seus níveis de impacto. O quadro 34 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 33: Descritor do PVF12

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 0,5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 34:. Matriz semântica do PVF 12

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF13 – Sólidos Sedimentáveis: Avalia o teor de sólidos sedimentáveis da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 35 apresenta o descritor do PVF13 com seus níveis de impacto. O quadro 36 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 35: Descritor do PVF13

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mL/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1 mL/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima 1,0 mL/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 36: Matriz semântica do PVF 13

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	100,0
N2			5	55,6
N1				0,00

PVF14 – Zinco: Avalia o teor de zinco da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 37 apresenta o descritor do PVF14 com seus níveis de impacto. O quadro 38 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 37: Descritor do PVF14

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima 1,0 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 38: Matriz semântica do PVF 14

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

- CÓRREGO DO MEIO

PVF15 – pH: Avalia o teor de pH da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 39 apresenta o descritor do PVF15 com seus níveis de impacto. O quadro 40 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 39: Descritor do PVF15

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor de 6 a 8	* N4
A água residuária da ETE tem valor de 5 a 9	N3
A água residuária da ETE tem valor de 4 a 10	N2
A água residuária da ETE tem valor de 3 a 11	N1

* situação atual da empresa

Quadro 40: Matriz semântica do PVF 15

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			3	5	75,0
N2				3	37,5
N1					0,00

PVF16 – Boro: Avalia o teor de boro da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 41 apresenta o descritor do PVF16 com seus níveis de impacto. O quadro 42 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 41: Descritor do PVF16

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 42: Matriz semântica do PVF 16

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF17 – Chumbo: Avalia o teor de chumbo da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 43 apresenta o descritor do PVF17 com seus níveis de impacto. O quadro 44 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 43: Descritor do PVF17

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 0,5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 44: Matriz semântica do PVF 17

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF18 – Sólidos Sedimentáveis: Avalia o teor de sólidos sedimentáveis da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 45 apresenta o descritor do PVF18 com seus níveis de impacto. O quadro 46 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 45: Descritores do PVF18

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mL/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1 mL/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima 1,0 mL/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 46: Matriz semântica do PVF 18

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	100,0
N2			5	55,6
N1				0,00

PVF19 – Zinco: Avalia o teor de zinco da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 47 apresenta o descritor do PVF19 com seus níveis de impacto. O quadro 48 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 47: Descritores do PVF19

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima 1,0 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 48: Matriz semântica do PVF 19

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

- CÓRREGO ELDORADO

PVF20 – pH: Avalia o teor de pH da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 49 apresenta o descritor do PVF20 com seus níveis de impacto. O quadro 50

apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 49: Descritor do PVF20

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor de 6 a 8	* N4
A água residuária da ETE tem valor de 5 a 9	N3
A água residuária da ETE tem valor de 4 a 10	N2
A água residuária da ETE tem valor de 3 a 11	N1

* situação atual da empresa

Quadro 50: Matriz semântica do PVF 20

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			3	5	75,0
N2				3	37,5
N1					0,00

PVF21 – Boro: Avalia o teor de boro da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 51 apresenta o descritor do PVF21 com seus níveis de impacto. O quadro 52 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 51: Descritor do PVF21

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 52: Matriz semântica do PVF 21

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF22 – Chumbo: Avalia o teor de chumbo da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 53 apresenta o descritor do PVF22 com seus níveis de impacto. O quadro 54 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 53: Descritor do PVF22

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,4 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima de 0,5 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 54: Matriz semântica do PVF 22

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF23 – Sólidos Sedimentáveis: Avalia o teor de sólidos sedimentáveis da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 55 apresenta o descritor do PVF23 com seus níveis de impacto. O quadro 56 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 55: Descritor do PVF23

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mL/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1 mL/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima 1,0 mL/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 56: Matriz semântica do PVF 23

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	100,0
N2			5	55,6
N1				0,00

PVF24 – Zinco: Avalia o teor de zinco da água residuária da ETE, conforme a Legislação Básica do Estado de Santa Catarina.

O quadro 57 apresenta o descritor do PVF24 com seus níveis de impacto. O quadro 58 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 57: Descritor do PVF24

Descrição	Nível Impacto
A água residuária da ETE tem valor até 0,5 mg/L	*N3
A água residuária da ETE tem valor até 1,0 mg/L	N2
A água residuária da ETE tem valor acima 1,0 mg/L	N1

* situação atual da empresa

Quadro 58: Matriz semântica do PVF 24

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,0
N2			6	54,5
N1				0,00

Quadro 59: Índice Ambiental da Água

	Legislação (L)	Medição (M)	M / L	Índices
Decantador de Massa				
PH	6 a 9	8	-	1,0
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 mg/L	2 mg/L	2/1	2,0
Decantador de Esmalte				
PH	6 a 9	6,62	-	1,0
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 mg/L	0,1 mg/L	0,1/1	0,1
Boro	5 mg/L	1,65 mg/L	1,65/5,0	0,33
Chumbo	0,5 mg/L	0,05 mg/L	0,05/0,5	0,1
Zinco	1,0 mg/L	25,77 mg/L	25,77/1,0	25,77
Decantador de Cinza				
PH	6 a 9	11,6	11,6/9	1,28
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 mg/L	0,1 mg/L	0,1/1,0	0,1
Córrego à jusante do depósito de RS				
PH	6 a 9	6,45	-	1,0
Boro	5 mg/L	0,0061 mg/L	0,0061/5	0,013
Chumbo	0,5 mg/L	0,05 mg/L	0,05/0,5	0,1
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 mg/L	0,1	0,1/1,0	0,1
Zinco	1,0 mg/L	0,01 mg/L	0,01/1,0	0,01
Córrego do Meio				
PH	6 a 9	6,34	-	1,0
Boro	5 mg/L	0,550 mg/L	0,550/5,0	0,11
Chumbo	0,5 mg/L	0,05 mg/L	0,05/0,5	0,1
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 mg/L	0,1 mg/L	0,1/1	0,1
Zinco	1,0 mg/L	0,01 mg/L	0,01/1,0	0,01
Córrego Eldorado				
PH	6 a 9	6,68	-	1,0
Boro	5 mg/L	0,139 mg/L	0,139/5	0,028
Chumbo	0,5 mg/L	0,05 mg/L	0,05/0,5	0,1
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 mg/L	0,1 mg/L	0,1/1,0	0,1
Zinco	Até 1 mg/L	0,01 mg/L	0,01/1	0,01
Total				35,46

A figura 5 apresenta a construção dos PVFs do Indicador Ambiental do Ar (IAAR)

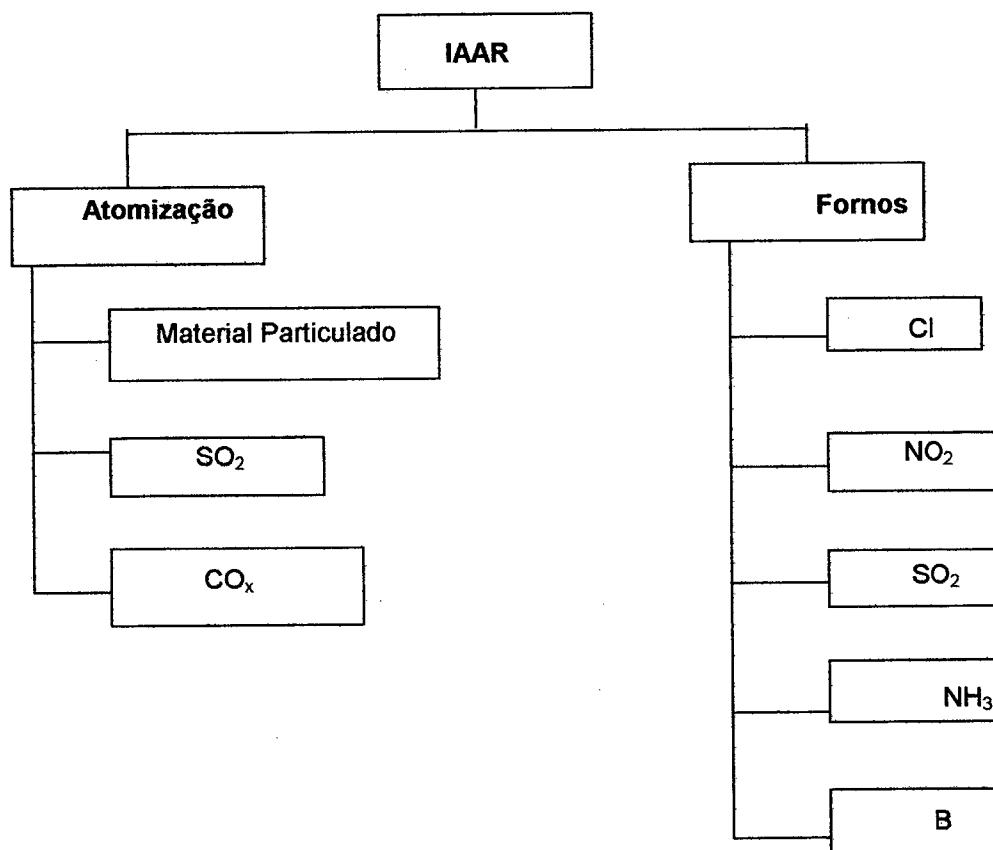


Figura 5: Árvore de pontos de vista - IAAR

- ATOMIZAÇÃO - Área de Interesse 1

PVF1 – Material Particulado (MP): avalia a concentração de material particulado presente na composição da emissão gasosa do atomizador.

O limite máximo tolerado pelo órgão ambiental tem concentração de 110 mg/Nm^3 para material particulado, determinado pela melhor tecnologia.

O quadro 60 apresenta o descritor do PVF1 com seus níveis de impacto. O quadro 61 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 60: Descritor do PVF1

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 100 mg/Nm^3 de MP	N3
A emissão gasosa contém concentração até 110 mg/Nm^3 de MP	N2
A emissão gasosa contém concentração acima de 110 mg/Nm^3 MP	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 61: Matriz semântica do PVF 1

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,00
N2			6	54,5
N1				0,00

PVF2 – SO₂: avalia a concentração de SO₂ presente na composição da emissão gasosa do atomizador.

O limite máximo tolerado pelo órgão ambiental tem concentração de 110 mg/Nm³ para SO₂, determinado pela melhor tecnologia.

O quadro 62 apresenta o descritor do PVF2 com seus níveis de impacto. O quadro 63 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 62: Descritor do PVF2

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 100 mg/Nm ³ de SO ₂	*N3
A emissão gasosa contém concentração até 110 mg/Nm ³ de SO ₂	N2
A emissão gasosa contém concentração acima de 110 mg/Nm ³ de SO ₂	N1

* situação atual da empresa

Quadro 63: Matriz semântica do PVF 2

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,00
N2			6	54,50
N1				0,00

PVF3 – CO_x: avalia a concentração de CO_x presente na composição da emissão gasosa do atomizador.

Quanto maior a quantidade de CO_x mais incompleta é a combustão dos gases e mais custos a empresa terá.

O quadro 64 apresenta o descritor do PVF3 com seus níveis de impacto. O quadro 65 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 64: Descritor do PVF3

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 100 mg/Nm ³ de CO _x	N3
A emissão gasosa contém concentração até 110 mg/Nm ³ de CO _x	N2
A emissão gasosa contém concentração acima de 110 mg/Nm ³ de CO _x	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 65: Matriz semântica do PVF 3

	N4	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,00
N2			6	54,50
N1				0,00

- FORNOS - ÁREA DE INTERESSE 2

PVF4 – Cl: Avalia a concentração de Cl presente na composição da emissão gasosa dos fornos.

O quadro 66 apresenta o descritor do PVF4 com seus níveis de impacto. O quadro 67 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 66: Descritor do PVF4

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 20 mg/Nm ₃ de Cl	N3
A emissão gasosa contém concentração até 26 mg/Nm ³ de Cl	*N2
A emissão gasosa contém concentração acima 26 mg/Nm ³ de Cl	N1

* situação atual da empresa

Quadro 67: Matriz semântica do PVF 4

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		3	6	100,00
N2			6	66,7
N1				0,00

PVF5 – NO₂: Avalia a concentração de NO₂ presente na composição da emissão gasosa dos fornos.

O quadro 68 apresenta o descritor do PVF5 com seus níveis de impacto. O quadro 69 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 68: Descritor do PVF5

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 20 mg/Nm ³ de NO ₂	N3
A emissão gasosa contém concentração até 27 mg/Nm ³ de NO ₂	*N2
A emissão gasosa contém concentração acima 27 mg/Nm ³ de NO ₂	N1

* situação atual da empresa

Quadro 69: Matriz semântica do PVF 5

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,00
N2			6	54,50
N1				0,00

PVF6 – SO₂: Avalia a concentração de SO₂ presente na composição da emissão gasosa dos fornos.

O quadro 70 apresenta o descritor do PVF6 com seus níveis de impacto. O quadro 71 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 70: Descritor do PVF6

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 26 mg/Nm ₃ de SO ₂	N3
A emissão gasosa contém concentração até 32 mg/Nm ³ de SO ₂	*N2
A emissão gasosa contém concentração acima 32 mg/Nm ³ de SO ₂	N1

* situação atual da empresa

Quadro 71: Matriz semântica do PVF 6

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		5	6	100,00
N2			6	54,50
N1				0,00

PVF7 – NH₃: Avalia a concentração de NH₃ presente na composição da emissão gasosa dos fornos.

O quadro 72 apresenta o descritor do PVF7 com seus níveis de impacto. O quadro 73 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 72: Descritor do PVF7

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 0,1mg/Nm ₃ de NH ₃	N3
A emissão gasosa contém concentração até 0,2 mg/Nm ³ de NH ₃	*N2
A emissão gasosa contém concentração acima 0,2 mg/Nm ³ de NH ₃	N1

* situação atual da empresa

Quadro 73: Matriz semântica do PVF 7

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		3	6	100,00
N2			5	62,5
N1				0,00

PVF8 – B: Avalia a concentração de B presente na composição da emissão gasosa dos fornos.

O quadro 74 apresenta o descritor do PVF8 com seus níveis de impacto. O quadro 75 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 74: Descritor do PVF8

Descrição	Nível Impacto
A emissão gasosa contém concentração até 2,5mg/Nm ₃ de B	N3
A emissão gasosa contém concentração até 3,0 mg/Nm ³ de B	*N2
A emissão gasosa contém concentração acima 3,0 mg/Nm ³ de B	N1

* situação atual da empresa

Quadro 75: Matriz semântica do PVF 8

	N3	N2	N1	MacBeth
N3		4	6	100,00
N2			5	55,6
N1				0,00

Quadro 76: Índice Ambiental do Ar

	Legislação (L) (mg/Nm ³)	Medição (M) (mg/Nm ³)	M / L	Índices
Atomizador				
Mat. Part.	110	1100	1100/110	10
SO ₂	110	3,4	3,4/110	0,04
CO _x	110	137,5	137,5/110	1,25
Sub-total				11,29 (x4)
Total				45,16
Fornos				
Cl	26	26	26/26	1
NO ₂	27	27	27/27	1
SO ₂	32	32	32/32	1
NH ₃	0,2	0,2	0,2/0,2	1
B	3,5	3,5	3,5/3,5	1
Sub-total				5 (x4)
Total				20
Total Geral				65,16

A figura 6 apresenta a construção dos PVFs do Indicador Ambiental Recurso Natural (IARN)

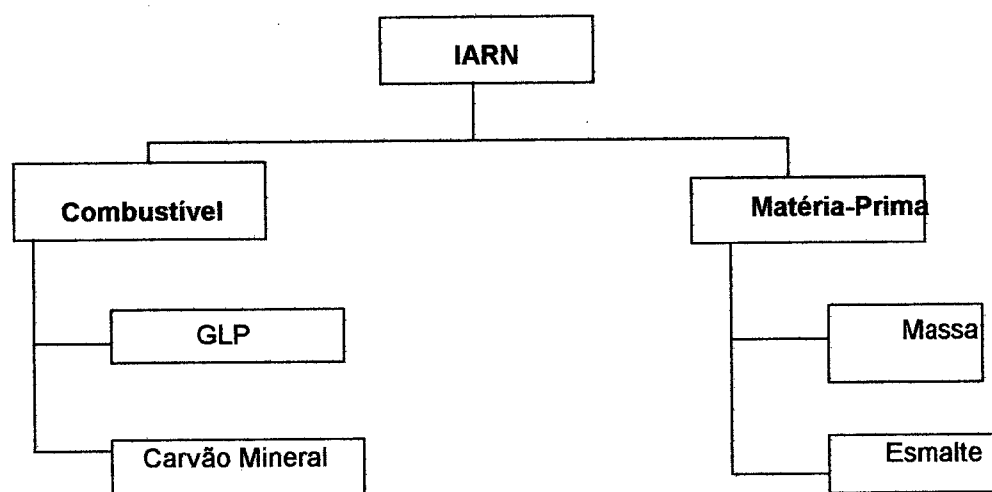


Figura 6: Árvore de pontos de vista - IARN

- COMBUSTÍVEL - Área de Interesse 1

PVF1 – GLP: Avalia a quantidade de GLP consumido em kg/m² e o Benchmarking com outras empresas do ramo.

PVE 1.1. Benchmarking Externo: O consumo de GLP é comparado com outras

empresas do ramo, tendo como alternativas a melhor e a pior opção.

A melhor opção é 1,05 kg/m², e a pior, de 1,34 kg/m² de GLP.

O quadro 77 apresenta o descritor do PVE1.1 com seus respectivos impactos; o quadro 78 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 77: Descritor do PVE 1.1

Combinação	Benchmarking Externo (kg/m ²)	Nível Impacto
1	Até 1,05	N4
2	Até 1,12	* N3
3	Até 1,34	N2
4	Acima 1,34	N1

* situação atual da empresa

Quadro 78: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 1

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	5	6	100,00
N3			4	5	80,0
N2				4	40,0
N1					0,00

PVF2 – Carvão Mineral: Avalia a quantidade de carvão mineral consumido em ton/m² e o Benchmarking com outras empresas do ramo.

PVE 2.1. Benchmarking Externo: O consumo de carvão mineral é comparado ao de outras empresas do ramo, tendo como alternativas a melhor e a pior opção.

A melhor opção de Benchmarking Externo é de 1,14 ton/m², e a pior, de 2,14 ton/m², de Carvão Mineral

O quadro 79 apresenta o descritor do PVE 2.1 com seus respectivos impactos; o quadro 80 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 79: Descritor do PVE 2.1

Combinação	Benchmarking Externo (ton/m ²)	Nível Impacto
1	Até 1,14	N4
2	Até 2,07	N3
3	Até 2,14	*N2
4	Acima de 2,14	N1

* situação atual da empresa

Quadro 80: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 2

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	5	6	100,00
N3			4	5	80,0
N2				4	40,0
N1					0,00

- MATÉRIA-PRIMA - Área de Interesse 2

PVF3 – Massa: Avalia a quantidade de matéria-prima utilizada na massa em kg/m^2 e o Benchmarking com outras empresas do ramo.

PVE 3.1. Benchmarking Externo: O consumo da matéria-prima empregada na massa é comparado ao de outras empresas do ramo, tendo como alternativas a melhor e a pior opção.

A melhor opção é de $18,42 \text{ kg/m}^2$, e a pior, de $22,71 \text{ kg/m}^2$, de matéria-prima.

O quadro 81 apresenta o descritor do PVE 3.1 com seus respectivos impactos. O quadro 82 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 81: Descritor do PVE 3.1

Combinação	Benchmarking Externo (kg/m^2)	Nível Impacto
1	Até 18,42	N4
2	Até 20,63	*N3
3	Até 22,71	N2
4	Acima 22,71	N1

* situação atual da empresa

Quadro 82: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 3

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	2	3	100,0
N3			1	2	66,7
N2				1	33,3
N1					0,00

PVF4 – Esmalte: Avalia a quantidade de matéria-prima utilizada no esmalte em kg/m^2 e

o Benchmarking com outras empresas do ramo.

PVE 4.1. Benchmarking Externo: O consumo de matéria-prima utilizada no esmalte é comparado ao de outras empresas do ramo, tendo como alternativas a melhor e a pior opção.

A melhor opção é de 0,65 kg/m², e a pior, de 1,0 kg/m², de esmalte

O quadro 83 apresenta o descritor do PVE 4.1 com seus respectivos impactos; o quadro 84 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 83: Descritor do PVE 4.1

Combinação	Benchmarking Externo(kg/m ²)	Nível Impacto
1	Até 0,65	*N4
2	Até 0,71	N3
3	Até 1,0	N2
4	Acima 1,0	N1

* situação atual da empresa

Quadro 84: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 4

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	4	6	100,0
N3			2	5	75,0
N2				4	50,0
N1					0,00

Quadro 85: Índice Ambiental dos Recursos Naturais

	Benchmarking (B) Externo (kg/m ²)	Medição (M) (kg/m ²)	M/B	Índice
Combustível				
GLP	1,05	1,12	1,12/1,05	1,06
Carvão Mineral	1,14	2,14	2,14/1,14	1,87
Matéria-prima				
Massa	18,42	21,28	21,28/18,42	1,15
Esmalte	0,65	0,65	0,65/0,65	1,0
Total				5,08

A figura 7 apresenta a construção dos PVFs do Indicador Ambiental Resíduo Sólido (IARS)

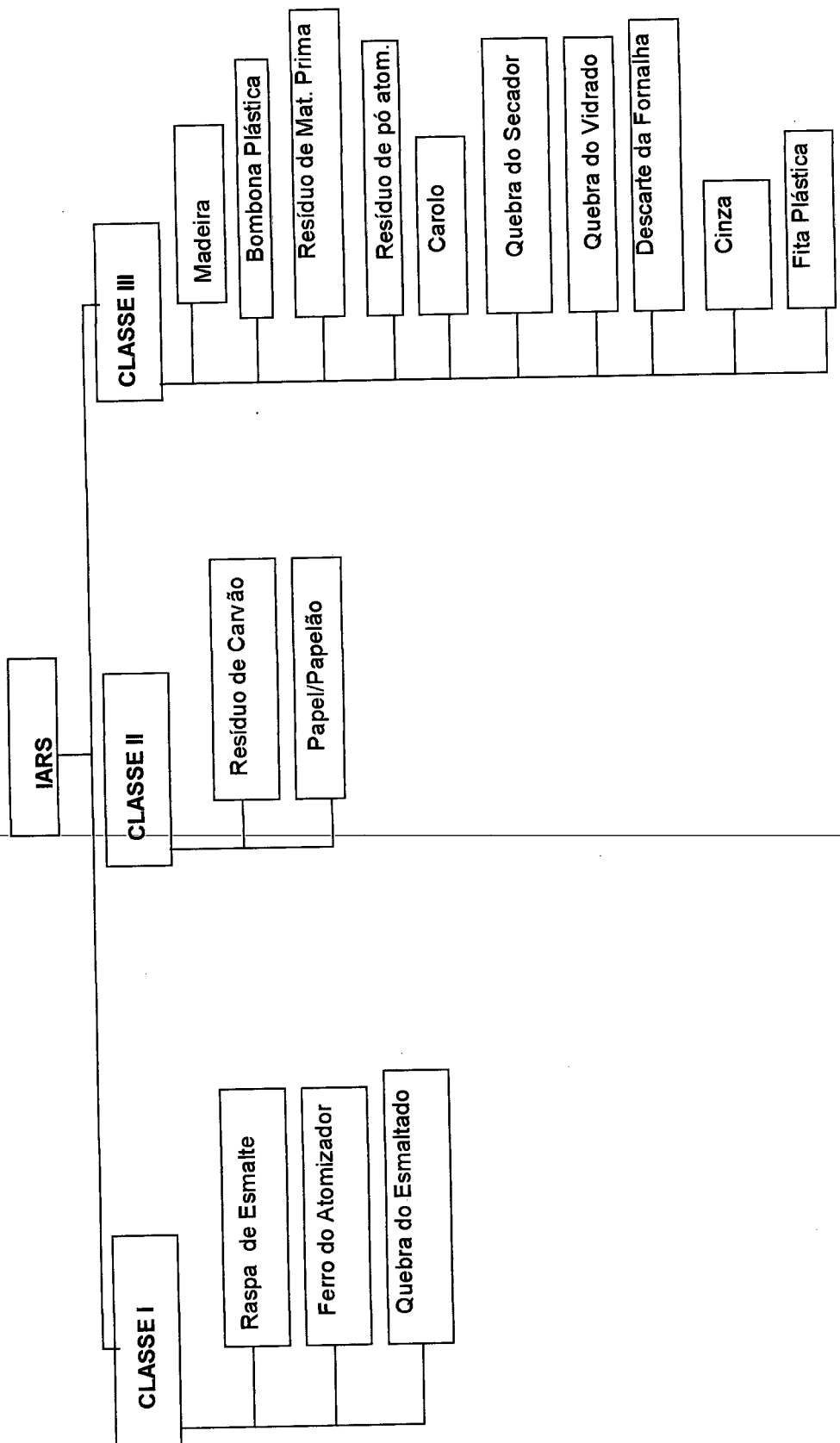


Figura 7: Árvore de pontos de vista - IARS

- CLASSE I - Área de Interesse 1

PVF 1. Raspa de Esmalte: avalia o impacto ambiental e custos referentes ao pré-tratamento da raspa de esmalte.

PVE 1.1. Reaproveitamento: Avalia o reaproveitamento da raspa de esmalte, ou seja, seu retorno ao processo produtivo, ou sua disposição em aterro industrial.

PVE 1.2. Quantidade Gerada: Avalia a quantidade de raspa de esmalte gerada no processo.

O quadro 86 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 87 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 86: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reaproveitamento	Meta (g/m ²)	Nível Impacto
1	Reaproveitamento total	Até 15	N5
2	Reaproveitamento total	Acima 15	*N4
3	Reaproveitamento parcial	Até 15	N3
4	Reaproveitamento parcial	Acima 15	N2
5	Sem reaproveitamento	Até 15	N1
6	Sem reaproveitamento	Acima 15	

* situação atual da empresa

Quadro 87: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 1

	5	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N5		3	4	5	6	100,00
N4			3	4	5	78,60
N3				4	5	57,10
N2					4	28,60
N1						0,00

PVF 2. Ferro do Atomizador: Avalia a quantidade de ferro em g/m², contida na caixa de retenção do atomizador, e seu impacto ambiental.

PVE 2.1. Reaproveitamento: Avalia se o ferro retido é reaproveitado, seja no processo ou vendido para outras empresas, ou disposto em aterro.

PVE 2.2. Quantidade Mensal: Avalia a quantidade em g/m², retida na caixa de retenção.

PVE 2.3. Área interna para disposição do resíduo: Avalia se a fábrica possui um depósito interno para armazenar este resíduo.

O quadro 88 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos

impactos; o quadro 89 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 88: Combinações dos possíveis PVE

Combinações	Reaproveitamento	Meta (g/m ²)	Nível Impacto
1	É	Até 40	N4
2	É	Acima 40	N3
3	Não É	Até 40	N2
4	Não É	Acima 40	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 89: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 2

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4	-	4	5	6	100,0
N3		-	4	5	66,7
N2			-	4	33,3
N1				-	0,00

PVF 3 – Quebra do Esmaltado : Avalia a quantidade de quebra em g/m² gerada no processo produtivo na linha de esmaltação e seu impacto ambiental.

PVE 3.1. Reaproveitamento: Avalia o reaproveitamento da quebra do esmalgado na linha de produção, ou sua disposição em aterro industrial.

PVE 3.2. Quantidade: Avalia a quantidade de quebra do esmalgado em g/m².

PVE 3.3. Área Interna: Avalia se a fábrica possui um depósito interno para armazenar este resíduo.

O quadro 90 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 91 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 90: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reutilização	Meta (g/m ²)	Área Interna	Nível Impacto
1	É	Até 150	Tem	N5
*2	É	Acima 150	Tem	N4
3	É	Até 150	Não tem	
4	É	Acima 150	Não tem	N3
5	Não é	Até 150	Tem	N2
6	Não é	Acima 150	Tem	
7	Não é	Até 150	Não tem	
8	Não é	Acima 150	Não tem	N1

* situação atual da empresa

Quadro 91: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 3

	N5	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N5		1	3	5	6	100,00
N4			2	5	6	87,5
N3				3	5	62,5
N2					2	25,0
N1						0,00

- CLASSE II - Área de Interesse 2

PVF 4 – Resíduo de Carvão: Avalia a quantidade em g/m^2 de carvão que cai no chão quando a fomalha é abastecida bem como o seu reaproveitamento no processo produtivo.

PVE 4.1. Quantidade de Carvão: Avalia a quantidade de resíduo em g/m^2 gerado no abastecimento das fomalhas.

PVE 4.2. Reaproveitamento: Avalia se este resíduo é reaproveitado no processo produtivo ou disposto em aterro industrial.

O quadro 92 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 93 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 92: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reaproveitável	Quantidade (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 7	N4
2	É	Acima 7	N3
3	Não é	Até 7	N2
4	Não é	Acima 7	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 93: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 4

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		4	5	6	100,0
N3			4	5	63,6
N2				3	27,3
N1					0,00

PVF 5 – Embalagem de Papel/Papelão: Avalia a quantidade em g/m^2 de embalagem de

papel/papelão bem como sua reciclagem.

PVE 5.1. Quantidade: Avalia a quantidade em g/m^2 gerada no processo de produção.

PVE 5.2. Reciclagem: Avalia se este resíduo é reciclado ou disposto em aterro industrial.

O quadro 94 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 95 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 94: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reciclagem	Meta (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 100	N4
2	É	Acima 100	*N3
3	Não é	Até 100	N2
4	Não é	Acima 100	N1

* situação atual da empresa

Quadro 95: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 5

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		4	5	6	100,00
N3			4	5	63,6
N2				3	27,3
N1					0,00

- CLASSE III - Área de Interesse 3

PVF 6 – Madeira: Avalia a quantidade em g/m^2 de embalagem de papel/papelão bem como sua reciclagem.

PVE 6.1. Quantidade: Avalia a quantidade em $g/mês$ gerada no processo de produção.

PVE 6.2. Reutilização: Avalia se este resíduo é reciclado ou disposto em aterro industrial.

O quadro 96 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 97 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 96: Combinações das possíveis PVEs

Combinação	Reciclagem	Meta (g/m ²)	Nível Impacto
1	É	Até 10,0	N4
2	É	Acima 10,0	*N3
3	Não é	Até 10,0	N2
4	Não é	Acima 10,0	N1

* situação atual da empresa

Quadro 97: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 6

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		3	5	6	100,00
N3			4	5	66,7
N2				2	22,2
N1					0,00

PVF 7 – Bombonas de Plástico: Avalia a quantidade em g/m² de bombonas de plástico bem como sua reciclagem.

PVE 7.1. Quantidade: Avalia a quantidade em g/m² de bombonas de plástico não mais necessárias para uso na empresa.

PVE 7.2. Reutilização: Avalia se este resíduo é reciclado ou disposto em aterro industrial.

O quadro 98 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 99 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth

Quadro 98: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reciclagem	Meta (g/m ²)	Nível Impacto
1	É	Até 6,0	*N4
2	É	Acima 6,0	N3
3	Não é	Até 6,0	N2
4	Não é	Acima 6,0	N1

* situação atual da empresa

Quadro 99: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 7

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,00
N3			4	5	85,7
N2				2	28,6
N1					0,00

PVF 8 – Resíduo de Matéria-Prima: Avalia a quantidade em g/m^2 de matéria-prima que cai no chão da fábrica na pesagem e transporte da mesma bem como sua reutilização no processo produtivo.

PVE 8.1. Quantidade: Avalia a quantidade deste resíduo em g/m^2 , gerada na pesagem e transporte de matéria-prima.

PVE 8.2. Reutilização: avalia se este resíduo é reaproveitado no processo produtivo ou disposto em aterro industrial.

O quadro 100 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 101 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 100: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reciclagem	Meta (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 80	N4
2	É	Acima 80	*N3
3	Não é	Até 80	N2
4	Não é	Acima 80	N1

* situação atual da empresa

Quadro 101: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 8

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		2	5	6	100,00
N3			4	5	77,8
N2				3	33,3
N1					0,00

PVF 9 – Resíduo de Pó Atomizado: Avalia a quantidade em g/m^2 de pó atomizado, gerada no sub-processo de atomização, transporte, estocagem e peneiramento do mesmo bem como

sua reutilização no processo produtivo.

PVE 9.1. Quantidade: Avalia a quantidade deste resíduo em g/m^2 gerada no sub-processo de atomização.

PVE 9.2. Reutilização: Avalia se este resíduo é reutilizado no processo produtivo ou disposto em aterro industrial.

O quadro 102 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 103 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 102: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reciclagem	Meta (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 170	N4
2	É	Acima 170	*N3
3	Não é	Até 170	N2
4	Não é	Acima 170	N1

* situação atual da empresa

Quadro 103: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 9

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		3	5	6	100,00
N3			4	5	66,7
N2				2	22,2
N1					0,00

PVF 10 – Carolo: Avalia a quantidade em g/m^2 de carolo (grânulos mais grossos de pó atomizado que ficaram retidos na peneira).

PVE 10.1. Quantidade: Avalia a quantidade deste resíduo em g/m^2 .

PVE 10.2. Reutilização: Avalia se este resíduo é reutilizado no processo produtivo ou disposto em aterro industrial.

O quadro 104 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 105 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 104: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reciclagem	Meta (g/m ²)	Nível Impacto
1	É	Até 45	N4
2	É	Acima 45	*N3
3	Não é	Até 45	N2
4	Não é	Acima 45	N1

* situação atual da empresa

Quadro 105: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 10

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		4	5	6	100,00
N3			4	5	63,6
N2				3	27,3
N1					0,00

PVF 11 – Quebra do Secador: Avalia a quantidade de quebra em g/m², gerada no processo produtivo no setor de prensa/secador, e seu impacto ambiental.

PVE 11.1. Reaproveitamento: Avalia o reaproveitamento da quebra do setor de prensa/secador ou sua disposição em aterro industrial.

PVE 11.2. Quantidade: Avalia a quantidade de quebra do secador em g/m².

PVE 11.3. Área Interna: Avalia se a fábrica possui um depósito interno para armazenar este resíduo.

O quadro 106 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 107 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 106: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reutilização	Meta (g/m ²)	Área Interna	Nível Impacto
1	É	Até 30	Tem	N5
*2	É	Acima 30	Tem	N4
3	É	Até 30	Não tem	
4	É	Acima 30	Não tem	N3
5	Não é	Até 30	Tem	N2
6	Não é	Acima 30	Tem	
7	Não é	Até 30	Não tem	
8	Não é	Acima 30	Não tem	N1

* situação atual da empresa

Quadro 107: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 11

	N5	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N5		2	3	5	6	100,00
N4			2	4	5	76,90
N3				2	4	53,80
N2					1	15,40
N1						0,00

PVF 12 – Quebra do Vidrado: Avalia a quantidade de quebra em g/m^2 , gerada no forno, e seu impacto ambiental.

PVE 12.1. Reaproveitamento: Avalia o reaproveitamento da quebra do setor de prensa/secador ou sua disposição em aterro industrial.

PVE 12.2. Benchmarking Externo: Avalia a quantidade de quebra do vidrado em g/m^2 , segundo dados de outras empresas do ramo.

Benchmarking Externo obtido: 170 g/m^2 .

O quadro 108 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 109 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 108: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reaproveitamento	Benchmarking (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 170	N4
2	É	Acima 170	N3
3	Não é	Até 170	N2
4	Não é	Acima 170	*N1

* situação atual da empresa

Quadro 109: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 12

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		3	5	6	100,0
N3			3	5	70,0
N2				4	40,0
N1					0,00

PVF 13 – Descarte da Fornalha: Avalia a quantidade em g/m^2 de descarte da fornalha gerada no setor de atomização e seu posterior tratamento.

PVE 13.1. Quantidade: Avalia a quantidade deste resíduo em g/m^2 .

PVE 13.2. Reutilização: Avalia se este resíduo é reutilizado no processo produtivo ou disposto em aterro industrial.

O quadro 110 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 111 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 110: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reaproveitamento	Meta (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 260	N4
2	É	Acima 260	N3
3	Não é	Até 260	*N2
4	Não é	Acima 260	N1

* situação atual da empresa

Quadro 111: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 13

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	3	4	100,00
N3			2	3	80,0
N2				2	40,0
N1					0,00

PVF 14 – Cinza: Avalia a quantidade em g/m^2 de cinza produzida quando o carvão mineral é queimado na fornalha e seu posterior tratamento.

PVE 14.1. Quantidade: Avalia a quantidade deste resíduo em g/m^2 .

PVE 14.2. Reutilização: Avalia se este resíduo é reutilizado no processo produtivo ou disposto em aterro industrial.

O quadro 112 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 113 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 112: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reaproveitamento	Quantidade (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 2100	N4
2	É	Acima 2100	N3
3	Não é	Até 2100	*N2
4	Não é	Acima 2100	N1

Quadro 113: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 14

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	2	3	100,00
N3			1	2	66,7
N2				1	33,3
N1					0,00

PVF 15 – Fita Plástica: Avalia a quantidade em g/m^2 de fita plástica e seu posterior tratamento.

PVE 15.1. Quantidade: Avalia a quantidade deste resíduo em g/m^2 .

PVE 15.2. Reciclável: Avalia se este resíduo é reciclado ou disposto em aterro industrial.

O quadro 114 apresenta as possíveis combinações dos PVEs com seus respectivos impactos; o quadro 115 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal MacBeth.

Quadro 114: Combinações dos possíveis PVEs

Combinação	Reaproveitamento	Meta (g/m^2)	Nível Impacto
1	É	Até 0,7	N4
2	É	Acima 0,7	N3
3	Não é	Até 0,7	*N2
4	Não é	Acima 0,7	N1

* situação atual da empresa

Quadro 115: Matriz semântica e escala cardinal do PVF 15

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	4	5	100,00
N3			3	4	85,7
N2				3	42,9
N1					0,00

Quadro 116: Índice Ambiental dos Resíduos Sólidos

	Meta (M1) (g/m ²)	Medição (M2) (g/m ²)	M2/M1	Índices
Classe I				
Raspa de Esmalte	15	17	17/15	1,13
Ferro do Atomizador	40	43	43/40	1,07
Quebra do Esmaltado	150	168	168/150	1,12
Classe II				
Resíduo de Carvão	7,0	7,3	7,3/7,0	1,04
Papel/Papelão	100	110	110/100	1,10
Classe III				
Madeira	10	11	11/10	1,10
Bambona de Plástico	6,0	6,5	6,5/6,0	1,08
Resíduo de Matéria Prima	80	85	85/80	1,06
Resíduo de Pó Atomizado	170	190	190/170	1,12
Carolo	45	50	50/45	1,10
Quebra do Secador	30	38	38/30	1,26
Quebra do Vidrado	170	275	275/170	1,61
Descarte da Fomalha	260	260	260/260	1,00
Cinza	2060	2060	2060/2060	1,00
Fita Plástica	0,7	0,7	0,7/0,7	1,00
Total				16,79

A figura 8 apresenta a construção dos PVFs do Indicador Ambiental Ruído (IARU)

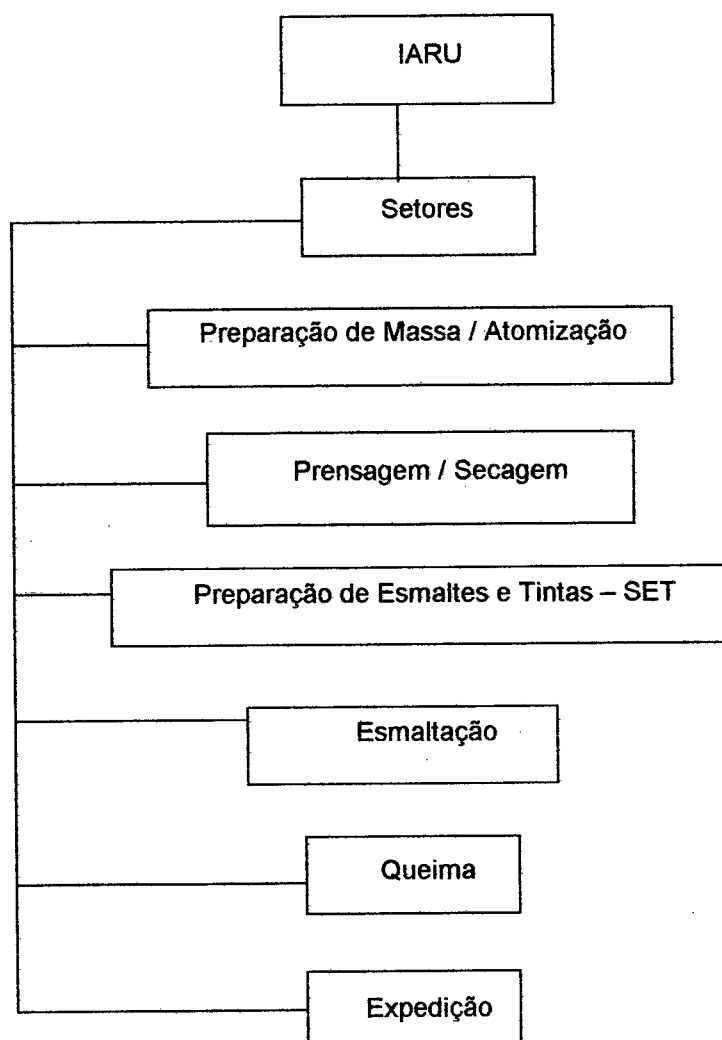


Figura 8: Árvore de pontos de vista - IARU

- SETORES - Área de Interesse1

PVF1 – Preparação de Massa/Atomização: avalia o nível de ruído em dB (A) para exposição de área máxima permissível de 8 horas de trabalho; conforme NR-15, Anexo nº1, de 8 de junho de 1978. O nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A).

O quadro 117 apresenta o descritor do PVF 1 com seus níveis de impacto; o quadro 118 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 117: Descritor do PVF1

Descrição	Nível Impacto
Ruído até 80 dB (A)	N4
Ruído até 85 dB (A)	N3
Ruído até 115 dB (A)	*N2
Ruído acima de 115 dB (A)	N1

* situação atual da empresa

Quadro 118: Matriz semântica do PVF 1

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,0
N3			4	5	88,9
N2				4	44,4
N1					0,00

PVF2 – Prensagem / Secagem: Avalia o nível de ruído em dB (A) para exposição de área máxima permissível de 8 horas de trabalho, conforme NR-15, Anexo nº1, de 8 de junho de 1978. O nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A).

O quadro 119 apresenta o descritor do PVF 2 com seus níveis de impacto. O quadro 120 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade gerada pelo programa MacBeth.

Quadro 119: Descritor do PVF2

Descrição	Nível Impacto
Ruído até 80 dB (A)	N4
Ruído até 85 dB (A)	N3
Ruído até 115 dB (A)	*N2
Ruído acima de 115 dB (A)	N1

* situação atual da empresa

Quadro 120: Matriz semântica do PVF 2

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,0
N3			4	5	88,9
N2				4	44,4
N1					0,00

PVF3 – Preparação de Esmaltes e Tintas (SET): Avalia o nível de ruído em dB (A) para exposição de área máxima permissível de 8 horas de trabalho, conforme NR-15, Anexo nº1, de 8 de junho de 1978. O nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A).

O quadro 121 apresenta o descritor do PVF 3 com seus níveis de impacto. O quadro 122 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 121: Descritor do PVF3

Descrição	Nível Impacto
Ruído até 80 dB (A)	N4
Ruído até 85 dB (A)	*N3
Ruído até 115 dB (A)	N2
Ruído acima de 115 dB (A)	N1

* situação atual da empresa

Quadro 122: Matriz semântica do PVF 3

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,0
N3			4	5	88,9
N2				4	44,4
N1					0,00

PVF4 – Esmaltação: Avalia o nível de ruído em dB (A) para exposição de área máxima permissível de 8 horas de trabalho; conforme NR-15, Anexo nº1, de 8 de junho de 1978. O nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A).

O quadro 123 apresenta o descritor do PVF 4 com seus níveis de impacto. O quadro 124 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 123: Descritor do PVF4

Descrição	Nível Impacto
Ruído até 80 dB (A)	N4
Ruído até 85 dB (A)	N3
Ruído até 115 dB (A)	*N2
Ruído acima de 115 dB (A)	N1

* situação atual da empresa

Quadro 124: Matriz semântica do PVF 4

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,0
N3			4	5	88,9
N2				4	44,4
N1					0,00

PVF5 – Queima: Avalia o nível de ruído em dB (A) para exposição de área máxima permissível de 8 horas de trabalho, conforme NR-15, Anexo nº1, de 8 de junho de 1978. O nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A).

O quadro 125 apresenta o descritor do PVF 5 com seus níveis de impacto; o quadro 126 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 125: Descritor do PVF5

Descrição	Nível Impacto
Ruído até 80 dB (A)	N4
Ruído até 85 dB (A)	N3
Ruído até 115 dB (A)	*N2
Ruído acima de 115 dB (A)	N1

* situação atual da empresa

Quadro 126: Matriz semântica do PVF 5

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,0
N3			4	5	88,9
N2				4	44,4
N1					0,00

PVF6 – Expedição: Avalia o nível de ruído em dB (A) para exposição de área máxima permissível de 8 horas de trabalho; conforme NR-15, Anexo nº1, de 8 de junho de 1978. O nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A).

O quadro 127 apresenta o descritor do PVF 6 com seus níveis de impacto. O quadro 128 apresenta a matriz semântica e a escala cardinal de atratividade, geradas pelo programa MacBeth.

Quadro 127: Descritor do PVF6

Descrição	Nível Impacto
Ruído até 80 dB (A)	*N4
Ruído até 85 dB (A)	N3
Ruído até 115 dB (A)	N2
Ruído acima de 115 dB (A)	N1

* situação atual da empresa

Quadro 128: Matriz semântica do PVF 6

	N4	N3	N2	N1	MacBeth
N4		1	5	6	100,0
N3			4	5	88,9
N2				4	44,4
N1					0,00

Quadro 129: Índice Ambiental do Ruído

	Legislação (L) DB (A)	Medição (M) dB (A)	M / L	Índices
Prep. Massa / Atomização	85	88	88/85	1,03
Prensagem / Secagem	85	88	88/85	1,03
SET	85	85	85/85	1,00
Esmaltação	85	92	92/85	1,08
Queima	85	89	89/85	1,05
Expedição	85	77	77/85	0,90
TOTAL				6,09

Ordem de Importância entre os I.A.G:

Quadro 130: Ordem de importância relativa entre os Índices Ambientais Globais – IAG

	IARN	IARU	IAAG	IARS	IAAR	Σ	Ordem
IARN	-	1	1	1	0	3	2 ^o
IARU	0	-	0	0	0	0	5 ^o
IAAG	0	1	-	0	0	1	4 ^o
IARS	0	1	1	-	0	2	3 ^o
IAAR	1	1	1	1	-	4	1 ^o

O quadro abaixo mostra a matriz semântica de valores dos IAG:

Quadro 131: Matriz semântica dos IAG

	IAAR	IARN	IARS	IAAG	IARU	A ₀	MacBeth
IAAR	-	2	3	4	5	6	100
IARN	-	-	2	3	5	6	89
IARS	-	-	-	2	4	6	79
IAAG	-	-	-	-	3	6	68
IARU	-	-	-	-	-	6	53
AO	-	-	-	-	-	-	0

Quadro 132: Determinação das Taxas de Substituição (pesos)

IAG	Descrição Dos IAG	Escala MacBeth	W _i (%)
IAAR	Índice Ambiental do Ar	100	26
IARN	Índice Ambiental dos Recursos Naturais	89	23
IARS	Índice Ambiental dos Resíduos Sólidos	79	20
IAAG	Índice Ambiental da Água	68	17
IARU	Índice Ambiental do Ruído	53	14

Quadro 133: Índices ambientais Parciais e seus Respectivos Pesos

	Índice Ambiental Parcial	Pesos
IAAR	65,16	26
IARN	5,08	23
IARS	16,79	20
IAAG	35,46	17
IARU	6,09	14

ÍNDICE AMBIENTAL GLOBAL

O Índice Ambiental Global é dado pela soma de todos os índices ambientais, sendo cada um dos índices ambientais multiplicado pelos seus respectivos pesos:

$$IAG = IARS \times X + IAAG \times Y + IAAR \times Z + IARN \times K + IARU \times W$$

Onde:

IAG = índice ambiental global

IARS = índice ambiental dos resíduos sólidos

IAAG = índice ambiental da água

IAAR = índice ambiental do ar

IARN = índice ambiental dos recursos naturais

IARU = índice ambiental dos ruídos

X, Y, Z, K, W = são pesos de cada um dos índices parciais

CÁLCULO DO ÍNDICE AMBIENTAL GLOBAL

$$\text{IAG} = \text{IARS} \times X + \text{IAAG} \times Y + \text{IAAR} \times Z + \text{IARN} \times K + \text{IARU} \times W$$

$$\text{IAG} = (16,79 \times 20) + (35,46 \times 17) + (65,16 \times 26) + (5,08 \times 23) + (6,09 \times 14)$$

$$\text{IAG} = (335,8) + (602,82) + (1694,16) + (116,84) + (85,26)$$

$$\text{IAG} = 2834,88 \div 100$$

$$\text{IAG} = 28,34$$

6 FASE DE AVALIAÇÃO

6.1 Introdução

A fase de avaliação consiste na avaliação das ações potenciais de acordo com o desejo dos decisores, tendo-se em conta as características das ações.

Nesta etapa, seleciona-se o conjunto das ações potenciais no nível do descritor para cada PVF. Determina-se, assim, o perfil de impacto de cada ação potencial.

6.2 Avaliação Global das Ações Potenciais

Agrega-se às avaliações preliminares iniciais feitas anteriormente, através do modelo de agregação aditiva. Tais avaliações são concebidas pelo software HIVIEW.

O HIVIEW é um software para a definição, análise, avaliação e justificação de decisões complexas. Pode ser usado em processos de apoio à decisão, particularmente na avaliação de modelos obtidos através de Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão. Este aplicativo confronta situações em que existem múltiplas escolhas e em que se pretende selecionar a melhor opção.

O HIVIEW permite ainda que se faça uma análise par a par das alternativas, o que dá a oportunidade de comparar-se a pontuação pela alternativa em cada um dos PVFs. (Ensslin & Noronha, Uma Visão Geral do Software HIVIEW, Novembro/1997).

Apresenta-se, na figura 9, a árvore dos indicadores ambientais que será utilizada no modelo de avaliação, gerado pelo software HIVIEW.

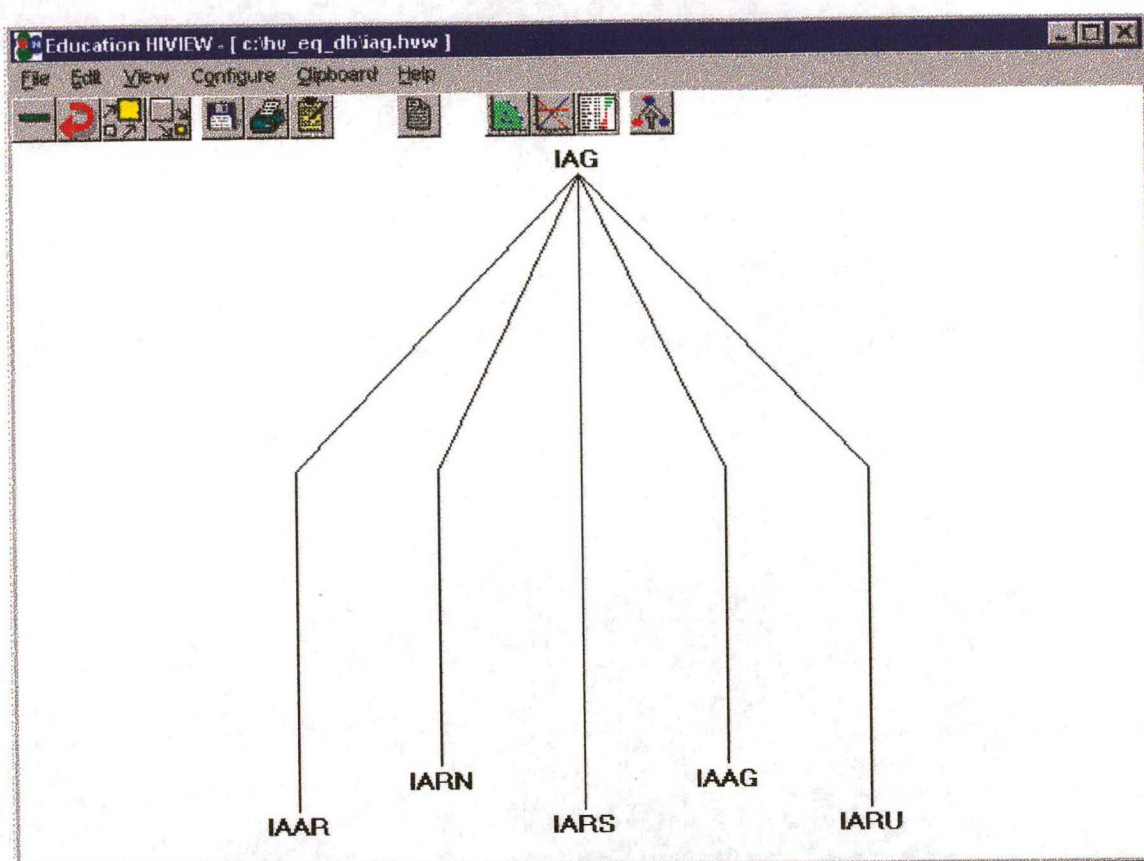


Figura 9: Árvore dos indicadores ambientais para modelo de avaliação – HIVIEW

Na fase de estruturação (capítulo 5), apresentaram-se os pontos de vista fundamentais para cada área de interesse, seus níveis de impacto e seus relativos valores na escala cardinal, utilizando-se o programa MacBeth.

Na fase de avaliação, analisar-se-ão apenas as áreas de interesse global (AIG) IAAR, IARN, IARS, IAAG e IARU, pois não é objetivo desta pesquisa conhecer detalhadamente o desempenho da empresa e sim fornecer subsídios à construção de um modelo de Indicadores Ambientais. Sendo assim, cada ponto de vista fundamental constituinte destas áreas será excluído de uma minuciosa avaliação.

Na figura 25, citam-se os estados bom, atual e neutro para cada área de interesse global. Tais valores não estão disponibilizados na fase de estruturação. E para que se os conheça, deve-se ainda aplicar a metodologia MacBeth e o modelo de avaliação proposto pelo programa HIVIEW.

A seguir, cita-se um exemplo retirado da fase de estruturação, que visa à obtenção dos dados relativos às taxas de substituição dos índices ambientais globais, citadas na figura 25, segundo os estados potenciais de bom, atual e neutro.

A estrutura arborecente da figura 10 é identificada pela área de interesse global IARN - Índice Ambiental dos Recursos Naturais, formado pelas áreas de interesse: Combustível (Comb) e Matéria-prima (Mat Prima). Por sua vez, são hierarquicamente formados a partir dos pontos de vista fundamental (PVF), tais como: GLP, Carvão, Massa e Esmalte, conforme descrito no capítulo 5.

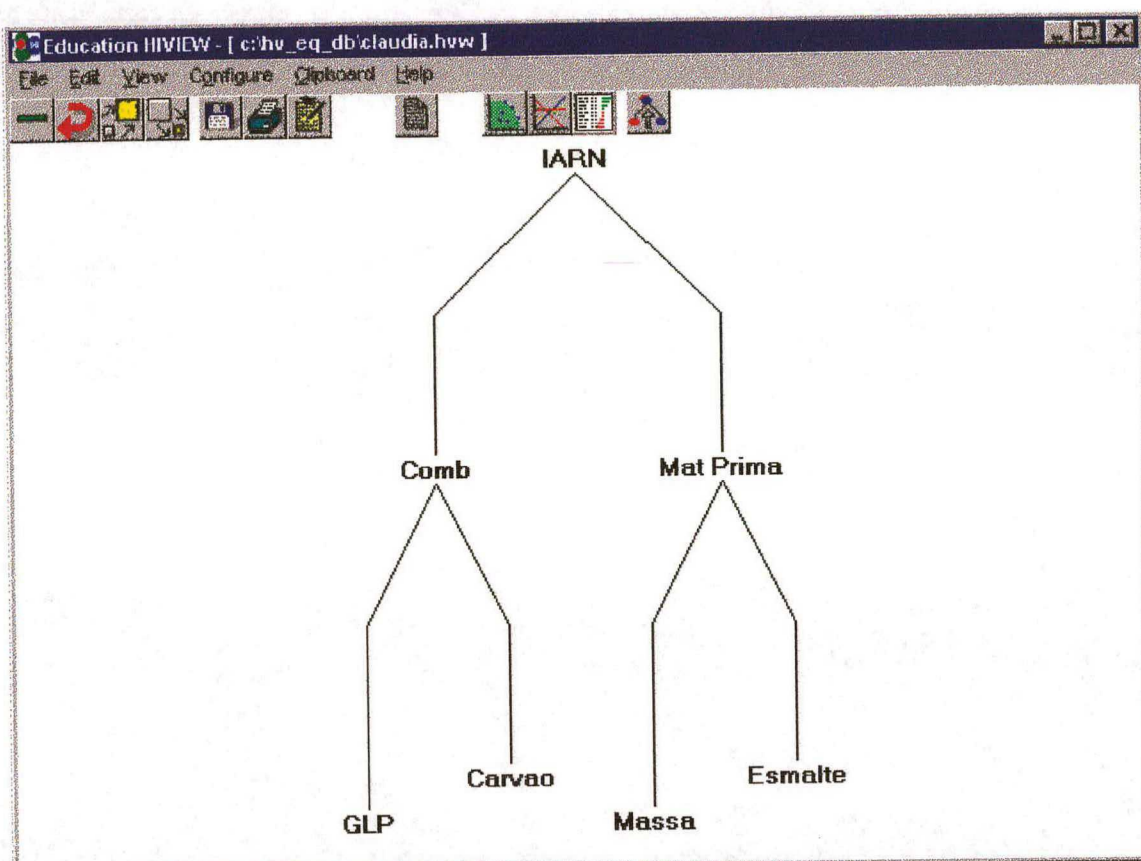


Figura 10: Estrutura arborescente para a área de interesse IARN.

Inicia-se o processo para identificar a ordem entre os PVF, analisando-os par a par com o julgamento de valor de 0 e 1, para o menos importante e o mais importante, respectivamente.

Quadro 134: Ordem de importância relativa entre os PVF1 e PVF2

	PVF1	PVF2	Σ	ORDEM
PVF1	-	0	0	2 ^o
PVF2	1	-	1	1 ^o

Quadro 135: Ordem de importância relativa entre os PVF3 e PVF4

	PVF3	PVF4	Σ	ORDEM
PVF3	-	0	0	2 ^o
PVF4	1	-	1	1 ^o

Após conhecermos a escala ordinal dos PVFs, poderemos obter a taxa de substituição de cada PVF, ou seja, o quanto cada PVF é maior ou menor relativamente a outro PVF.

Quadro 136: Matriz semântica dos PVF1 e PVF2

	PVF2	PVF1	A 0	MacBeth	Taxa sub
PVF2	-	2	6	100,0	57,0 %
PVF1	-	-	6	75,0	43,0 %
A 0	-	-	-	0,0	-

Quadro 137: Matriz semântica dos PVF3 e PVF4

	PVF 4	PVF 3	A 0	MacBeth	Taxa sub
PVF4	-	3	6	100,0	60,0 %
PVF3	-	-	6	66,7	40,0 %
A 0	-	-	-	0,0	-

Prosseguindo hierarquicamente, deve-se aplicar também as escalas ordinais e cardinais para as áreas de interesse, substituindo na figura 24 as taxas de substituição obtidas nos quadros 138 e 139.

Quadro 138: Matriz semântica dos IA

	AI 1	AI 2	Σ	ORDEM
AI 1	-	0	0	2 ^o
AI 2	1	-	1	1 ^o

Quadro 139: Determinação das Taxas de Substituição (Pesos)

	AI 2	AI 1	A 0	MacBeth	Taxa Substituição (Wt)
AI 2	-	3	6	100,0	60,0 %
AI 1	-	-	6	66,7	40,0 %
A 0	-	-	-	0,0	-

Os valores encontrados na fase de estruturação para cada PVF são introduzidos no modelo de avaliação HIVEW, segundo as opções: bom, atual, neutro, formalizando as seguintes figuras.

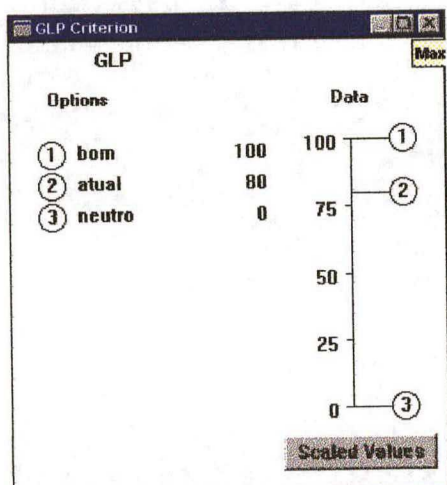


Figura 11: Escala do PVF GLP.

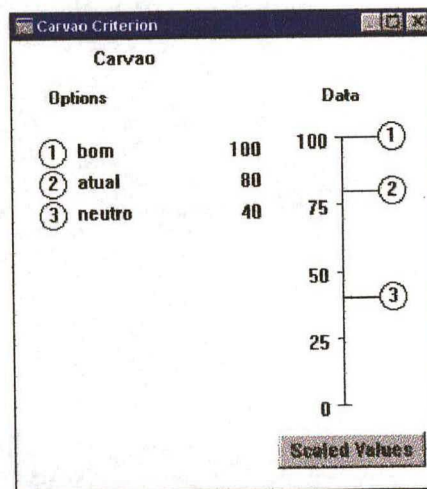


Figura 12: Escala do PVF Carvão.

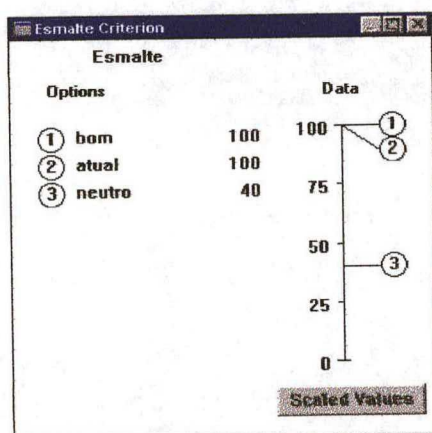


Figura 13: Escala do PVF Esmalte.

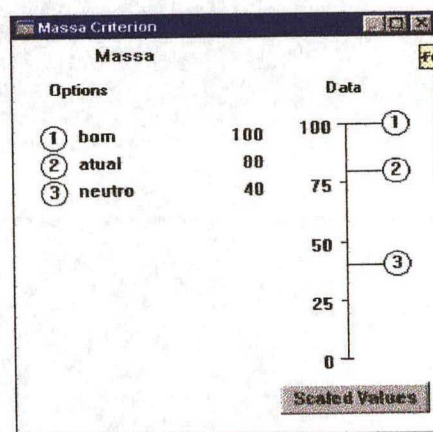


Figura 14: Escala do PVF Massa.

Para os parâmetros acima, o programa HIVEW fornece a seguinte avaliação global das AI, utilizando a seguinte equação:

$$V(a) = \sum_{j=1}^n K_j \cdot v_j(a)$$

Onde: K_j é o valor da taxa de substituição do PVF_j

$v_j(a)$ é o valor da avaliação local da alternativa no PVF_j

$V(a)$ é o valor da avaliação global da alternativa "a"

Combustível Node					
Add Maxim					
Comb Data Breakdown					
atual					
BRANCH	Wt	bom	neutro	CumWt	
* GLP	43	100	80	0	17.2
* Carvão	57	100	80	40	22.8
TOTAL	100	100	80	23	40.0

Figura 15: Avaliação Global dos PVFs – Combustível.

Materia Prima Node					
Add Maxim					
Mat Prima Data Breakdown					
atual					
BRANCH	Wt	bom	neutro	CumWt	
* Massa	40	100	80	40	24.0
* Esmalte	60	100	100	40	36.0
TOTAL	100	100	92	40	60.0

Figura 16: Avaliação Global dos PVFs – Matéria-Prima.

IARN Node					
Add Maxim					
IARN Data Breakdown					
atual					
BRANCH	Wt	bom	neutro	CumWt	
Comb	40	100	80	23	40.0
Mat Prima	60	100	92	40	60.0
TOTAL	100	100	87	33	100.0

Figura 17: Avaliação Global das AI.

O mesmo processo deve ser utilizado também para as demais Áreas de Interesse Global (IARS, IAAG, IARU, IAAR). Os valores obtidos estarão introduzidos na figura 25 para obtenção dos Índices Ambientais.

Na figura 18 estão descritas as taxas de substituição para cada indicador ambiental relativo ao objetivo estratégico. Citam-se também as situações de Bom, Neutro e Situação Atual.

IAG Node					
IAG Data Breakdown					
ATUAL					
BRANCH	Wt	BOM	NEUTRO	CumWt	
* IAAR	26	100	37	56	26.0
* IARN	23	100	87	33	23.0
* IARS	20	100	28	0	20.0
* IAAG	17	100	58	0	17.0
* IARU	14	100	0	76	14.0
TOTAL	100	100	45	33	100.0

Figura 18: Taxas de substituição e estados potenciais das AIG.

Na figura 19 apresenta-se o gráfico de análise de dominância, à qual os decisores reconheceram os estados Bom, Neutro e a Situação Atual, relativos ao Indicador Ambiental – Ar.

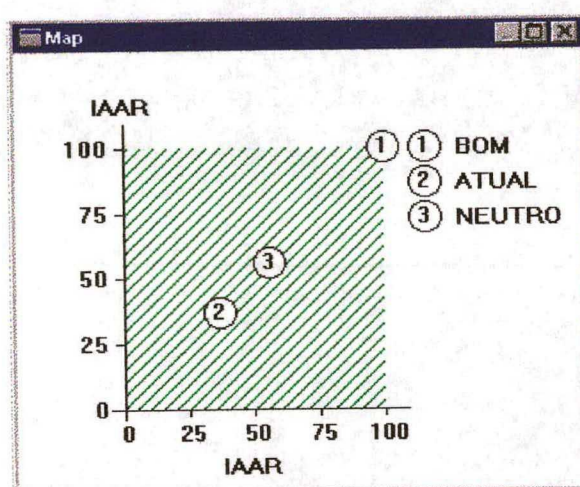


Figura 19: Análise de Dominância do Indicador Ar.

Na figura 20, apresenta-se o gráfico da análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Ar.

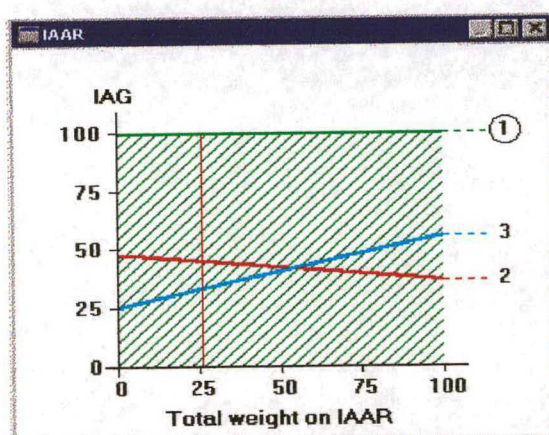


Figura 20: Análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Ar.

Obtém-se que, na figura 20, para o peso atribuído ao IAAR de 26%, o estado atual (2) é favorável, pois o ponto de intersecção da reta encontra-se acima do estado neutro (3).

Porém, se o peso atribuído do Indicador Ar estivesse acima de 50%, a situação atual da empresa estaria fora dos limites toleráveis pela legislação.

A figura 21 apresenta o gráfico de análise de dominância, à qual os decisores reconheceram os estados Bom, Neutro e a Situação Atual, relativos ao Indicador Ambiental – Recursos Naturais.

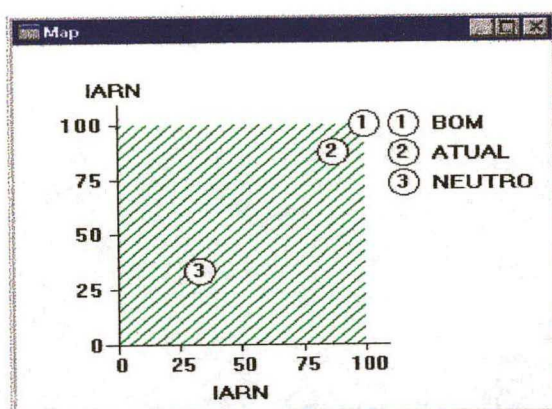


Figura 21: Análise de dominância dos RN.

A seguir, apresenta-se o gráfico da análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Recursos Naturais.

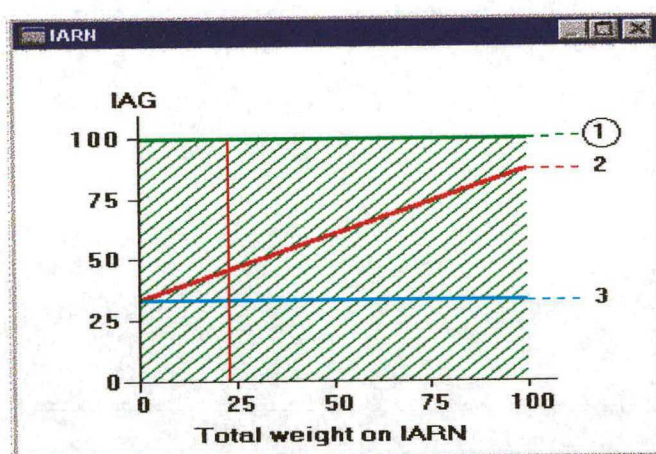


Figura 22: Análise de sensibilidade do Indicador ambiental – Recursos Naturais .

Na figura 22, observa-se, que a situação atual para o IARN é satisfatória, e quanto maior o peso atribuído melhor será seu comportamento ambiental para este indicador.

Abaixo mostra-se o gráfico da análise de dominância para o Indicador Ambiental Resíduo Sólido.

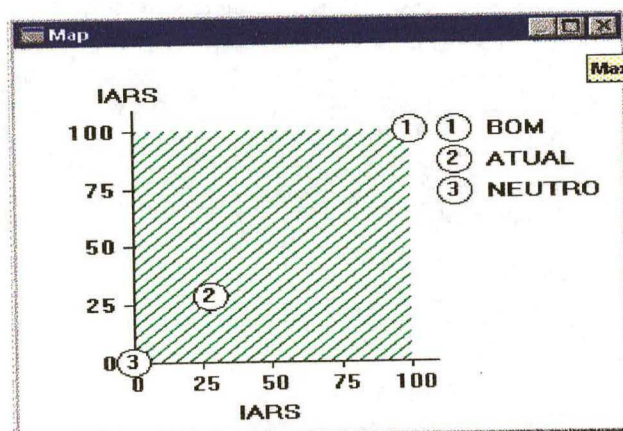


Figura 23: Análise de dominância do Indicador Resíduo Sólido .

A seguir, apresenta-se o gráfico da análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Resíduo Sólido.

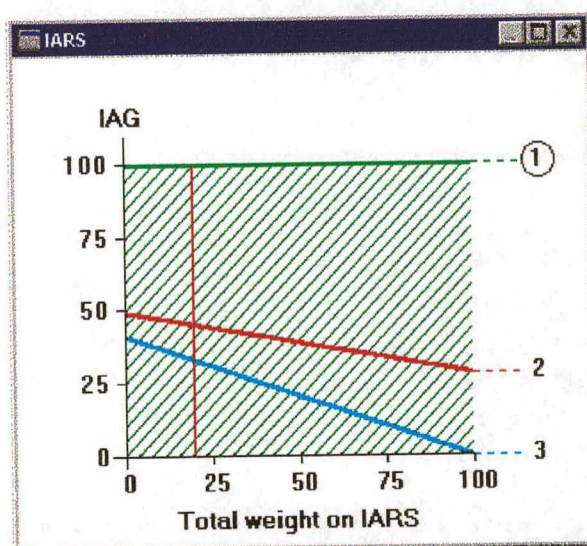


Figura 24: Análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Resíduo Sólido.

De forma análoga ao IARN, o IARS encontra-se em situação satisfatória; se o valor do peso for acrescido (acima de 20%), a situação atual também estará satisfatória. Isto porque a curva que representa o estado neutro (3) também sofre decréscimo.

A figura 25 mostra o gráfico da análise de dominância para o Indicador Ambiental Água.

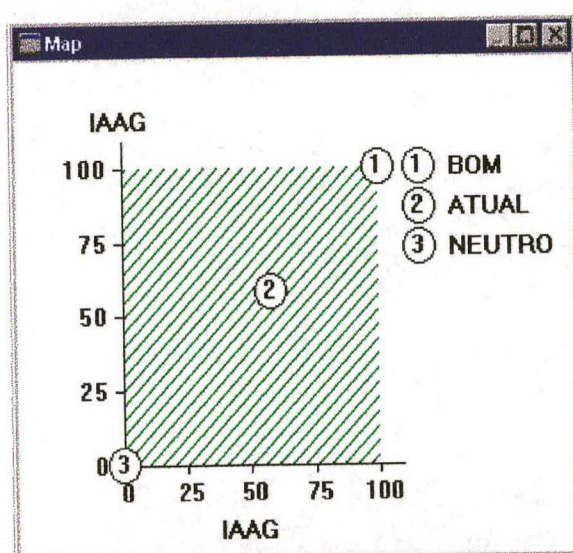


Figura 25: Análise de Dominância do Indicador Ambiental Água.

Abaixo apresenta-se o gráfico da análise de sensibilidade do Indicador Ambiental Água.

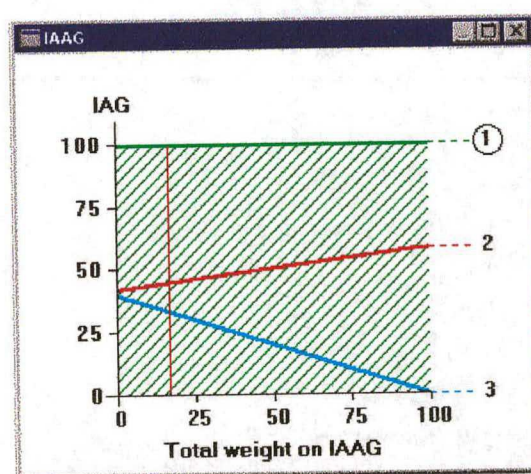


Figura 26: Análise de Sensibilidade do Indicador Ambiental Água.

A figura 26 mostra que o IAAG está também satisfatório, e que quanto maior for o peso atribuído mais próximo da situação ideal a empresa estará.

Abaixo descreve-se o gráfico da análise de dominância do Indicador Ambiental Ruído.

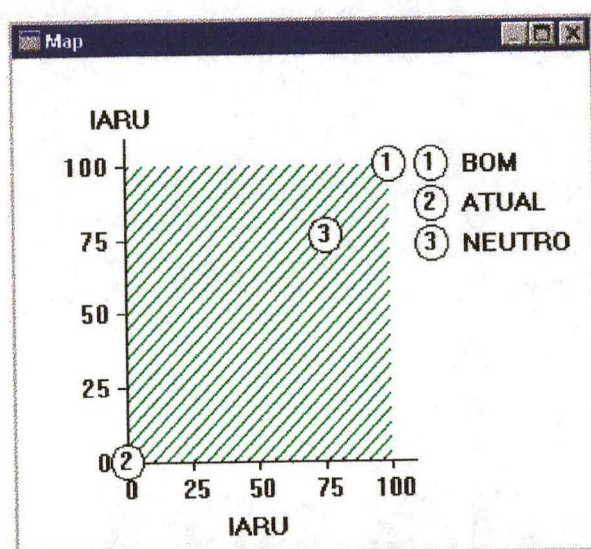


Figura 27: Análise de Dominância do Indicador Ambiental Ruído.

Ainda descrevendo-se o Indicador Ambiental Ruído, apresenta-se a análise de sensibilidade.

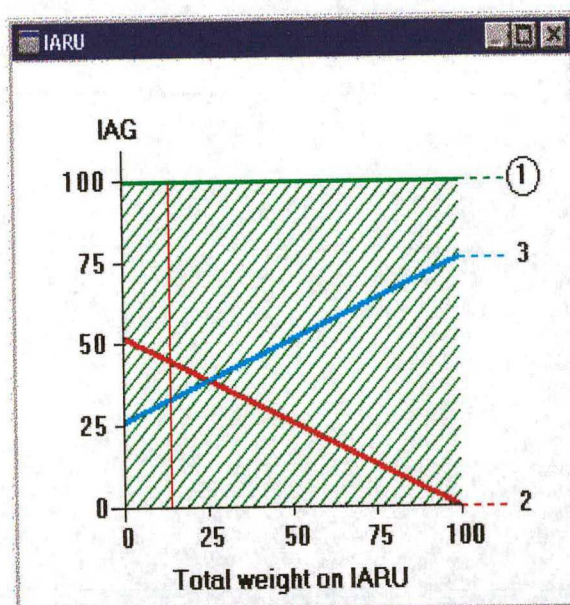


Figura 28: Análise de Sensibilidade do Indicador Ambiental Ruído.

A figura 28 indica que a situação atual para o IARU é satisfatória, mas se o valor do peso estiver acima de 25%, o indicador estará fora dos limites toleráveis, conforme NR 15 Anexo nº 1

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A seguir, de acordo com as limitações e objetivos específicos determinados para alcançar-se o objetivo geral do presente trabalho, citam-se as principais conclusões e análises da metodologia utilizada e os resultados por elas obtidos.

Os Indicadores de Qualidade Ambiental são elementos matemáticos que medem os níveis de eficiência e eficácia de uma organização, seja por comparações internas ou externas.

O levantamento dos impactos e o diagnóstico ambiental demonstraram ser extremamente importantes para a criação dos Indicadores de Qualidade Ambiental. Desta forma, recomenda-se iniciar o diagnóstico ambiental utilizando-se o balanço de massa do sistema.

O valor encontrado para o IAG (Índice Ambiental Global) foi de 28,34. Não existindo um padrão ou escala de referência do Índice específico para a Indústria Cerâmica, não se pode determinar se a empresa está num parâmetro aceitável. Logo, torna-se efetivamente importante que a empresa venha a implantar esta ferramenta gerencial afim de monitorar o processo de produção, vislumbrando novas possibilidades de melhorias para o sistema.

É importante salientar que algumas modificações no processo de produção alteram significativamente os valores dos Indicadores Ambientais. A adequação, por exemplo, da empresa à utilização do gás natural como fonte de energia certamente acarretará um melhoramento do Índice Ambiental do Ar. Atualmente o valor deste índice representa 26% do Índice Ambiental Global.

A metodologia MCDA, aplicada nesta pesquisa, utilizou o julgamento de valor dos decisores para os estados potenciais de BOM e NEUTRO, e o estado ATUAL foi determinado através das quantificações obtidas em campo.

O estado de BOM foi considerado pelos decisores como sendo o estado ideal a ser obtido pela empresa, ou seja, os níveis de impacto que atendem ou superam os valores encontrados na legislação ambiental ou os melhores valores obtidos do Benchmarking.

Já o estado NEUTRO corresponde à pior ação, conforme julgamento dos decisores.

Na fase de avaliação, as figuras que representam os gráficos de análise de sensibilidade dos indicadores mostram que a situação ambiental atual do processo de produção compreende a faixa entre o estado BOM e NEUTRO, estando a empresa em situação favorável.

Avaliando-se ainda os gráficos de análise de sensibilidade, tal como na figura 27, Indicador Ambiental do AR – IAAR, notamos que se o decisor mudar seu valor de julgamento em relação aos pesos, ou seja, aumentar estes valores, haverá um ponto em que o estado ATUAL ultrapassará o limite aceitável, comprometendo o desempenho ambiental da organização. O mesmo

ocorre na análise de sensibilidade do Indicador Ambiental do Ruído – IARU, conforme figura 35.

Quando da realização da pesquisa sobre os aspectos legais pertinentes à atividade cerâmica, seja na esfera federal, estadual ou municipal, encontramos certa dificuldade na determinação dos parâmetros legais. Por falta de tais indicativos, estes foram determinados junto à uma instituição internacional.

Dentro das expectativas do modelo e dos limites propostos, a metodologia aplicada (MCDA) mostrou-se bastante eficaz, sendo ao mesmo tempo de fácil compreensão da análise de seus resultados, pois somente com o valor do IAG seria improvável a determinação do seu estado ambiental. Sem dúvida, esta metodologia poderia ser implementada na indústria cerâmica, atuando como uma ferramenta gerencial para o monitoramento do desempenho ambiental da organização.

Sugerimos que no processo de gestão ambiental da organização acompanhe-se a eficácia dos Indicadores Ambientais, principalmente para o IAAR e IARU, já que ambos se encontram muito próximos dos limites toleráveis pela legislação.

Assim, esta pesquisa também poderia ser estendida a outros ramos do segmento cerâmico, tais como: companhias de mineração, indústrias de corantes, esmaltes e fritas (coloríficos), já que estes podem apresentar aspectos e impactos ambientais significantes.

Por fim, esta pesquisa procurou estabelecer parâmetros iniciais para a construção de Indicadores Ambientais, sendo que novos estudos podem ser realizados afim de complementar e definir um modelo padrão para ser estendido às demais indústrias cerâmicas.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Resíduos sólidos**. NBR 10004. Rio de Janeiro, 1987.
- 2 _____. **Sistema de gestão ambiental**: especificação e diretrizes para uso. NBR ISO 14001. Rio de Janeiro, 1996.
- 3 _____. **Sistema de gestão ambiental**: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. NBR ISO 14004. Rio de Janeiro, 1996.
- 4 ALEXANDRE, Nadja Zim. **Indicadores da qualidade ambiental**: água. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Departamento de Pós – Graduação. Curso de Especialização em Gestão Ambiental. Novembro, 1997.
- 5 _____. Principais impactos ambientais gerados na indústria de revestimentos cerâmicos. **Revista Tecnologia Ambiente**, Criciúma, v.2, n.1. p. 73-84, jan/jun. 1996.
- 6 BROCKA, B. & BROCKA, M. S. **Gerenciamento da qualidade**. São Paulo: McGraw-Hill Ltda, 1994.
- 7 CAMPOS, V.F. **Controle de qualidade total**. Belo Horizonte: Bloch, 1992.
- 8 CASTELLO BRANCO, José Eduardo Saboia. **Indicadores da qualidade e desempenho de ferrovias**: carga e passageiro. Rio de Janeiro: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF, 1998.
- 9 CROSBY, Philip B. **Qualidade sem lágrimas**. 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.
- 10 CRUZ, André Luiz, *et. al.* **Avaliação do potencial tecnológico de empresa da construção civil utilizando metodologia multicritério de apoio à decisão**. Departamento de Engenharia de Produção, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UFSC , Florianópolis, setembro, 1996.
- 11 CURSO DE TECNOLOGIA CERÂMICA. Módulo de: **Preparação de esmaltes Cerâmica Portobello S/A**, Tijucas, Outubro, 1995 – SENAI.
- 12 CURSO PROCESSO BÁSICO DE CERÂMICA – **Esmaltação e queima**, FIESC – Senai – Sine / SC.
- 13 DEMING, Willian Edwards. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- 14 DUARTE, Márcio Silveira. **Estudo da qualidade ambiental na indústria cerâmica**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico – CTC – Depto de Engenharia Sanitária – Ambiental, Florianópolis, outubro/1998.
- 15 ENSSLIN, Leonardo & NORONHA, Sandro. **Uma visão geral do software hiview**. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Laboratório de Metodologias Multicritérios em Apoio à Decisão, Florianópolis, Novembro/97.
- 16 ENSSLIN, Leonardo. **Artigos básicos para o estudo de MCDA**, 1998.

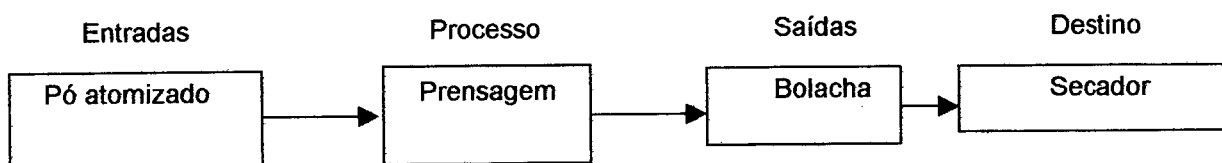
- 17 _____. **Processo decisório: MCDA - uma ferramenta de apoio.** Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de engenharia de Produção, 1998.
- 18 EPA, 1995. **A conceptual framework to support development and use of environmental information in decision – making.** 230/R – 95/ 012. Endereço eletrônico: <http://www.epa.gov/indicato/frame/contents.html>
- 19 EPA, 1996. **State indicators of national scope.** Environmental Indicator Technical. Assistance Series. Vol. III.
- 20 FLORES, Mário César Xavier. **Indicadores da qualidade e do desempenho.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.
- 21 FONSECA, Jairo, *et. al.* **Estatística aplicada.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1986.
- 22 FORMOSO, Carlos Torres; OLIVEIRA, Miriam; LANTELME, Elvira. **Revista de indicadores da qualidade e produtividade.** IPEA, v. 2, n. 1, p. 77-90, jun. 1994.
- 23 GATNER, Ivan & Silveira, Sandro. **Classificação da abordagem multicriterial Macbeth.** Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UFSC, Florianópolis, setembro, 1996.
- 24 GIL, Antônio de Loureiro. **Qualidade total nas organizações.** São Paulo: Atlas, 1992.
- 25 HRONEC, Anderson Arthur M. **Sinais vitais.** São Paulo: Makron Books, 1994.
- 26 IAP, 1995. **Índices hidro ambientais: análise e avaliação do seu uso na estimativa dos impactos ambientais de projetos hídricos.** Curitiba: Juriá, 1995.
- 27 LERÍPIO, Alexandre de Ávila & PINTO, Jane Gaspar Coelho. **Curso de formação de multiplicadores em gestão ambiental.** Sesi – Fiesc. Grupo de Engenharia e Análise do Valor. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, novembro, 1998.
- 28 LUZ, Gertudez, *et. al.* **Indicadores da qualidade do Senai.** Centro de Educação e Tecnologia de Blumenau/SC. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis, p.1-6, 1997.
- 29 MANUAIS DE LEGISLAÇÃO. **Segurança e medicina do trabalho.** 23. ed. São Paulo: Atlas, 1992. v. 16.
- 30 MARGULIS, Sérgio. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos.** Rio de Janeiro: IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.
- 31 MENDONÇA, M. **Indicadores de qualidade e produtividade: como medir a produtividade de qualquer processo organizacional.** Linkquality, 1997.
- 32 MILET, Barreira; SANTOS, André Luiz Vieira. **Revista indicadores da qualidade e produtividade.** IPEA, v. 2, n. 2, p. 60-73, dez. 1994.
- 33 MORENO, Agustin Baeza Diaz. **Posibilidades metodológicas de aplicación de indicadores ambientales a nivel municipal.** **Revista de estudos ambientais,** Blumenau, v.1, n.1, 77-95, jan/abr. 1999.
- 34 MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. Rio de Janeiro, 1997.
- 35 NETO, Gilberto. **Mapas cognitivos: uma ferramenta de apoio à estruturação de modelos multicritérios.** Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, 1996.

- 36 OTT, W. R. **Environmental indices: Theory and practice.** Ann Arbor Science, 1978.
- 37 PALADINI, Edson Pacheco. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente.** São Paulo: Atlas, 1990.
- 38 _____. **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total.** São Paulo: Atlas, 1994.
- 39 PEREZ, José Antonio Costa. **Avaliação de desempenho ambiental: procedimentos básicos para estabelecer indicadores ambientais.** 1999, p. 1-9.
- 40 ROLT, Míriam Inês Pauli. **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas** – Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico, Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, junho, 1998.
- 41 SANTA CATARINA, Decreto nº14.250, de 05 de julho de 1981. Dispõe sobre a regulamentação da Lei nº5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental. **Diário Oficial do Estado.**
- 42 SEBASTIÁ, Amparo Clausell & RENAU, Rafael Galindo. **Apontamentos de operações básicas na fabricação de pavimentos e revestimentos cerâmicos.** Tradução: WISINTAINER, Marivaldo.
- 43 SOARES, Sebastião Roberto. **Materiais didáticos: disciplina, gestão e planejamento ambiental.** Florianópolis, UFSC, 1997.
- 44 TAGUCHI, Ginichi, *et. al.* **Engenharia da qualidade em sistemas de produção.** São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- 45 VALLE, CyroEyer do. **Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente.** São Paulo: Pioneira, 1995.
- 46 VITORINO, Saulo. **Uma contribuição ao desenvolvimento de estratégias para implementação de sistema de gestão ambiental - SGA com fundamento na NBR ISO 14001** – Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina. Departamentode Engenharia Sanitária e Ambiental. Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, novembro, 1997.

ANEXOS

ANEXO I – LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS SUB-PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Macrofluxo do Processo Seleccionado - Prensagem



Fluxograma do Processo Seleccionado

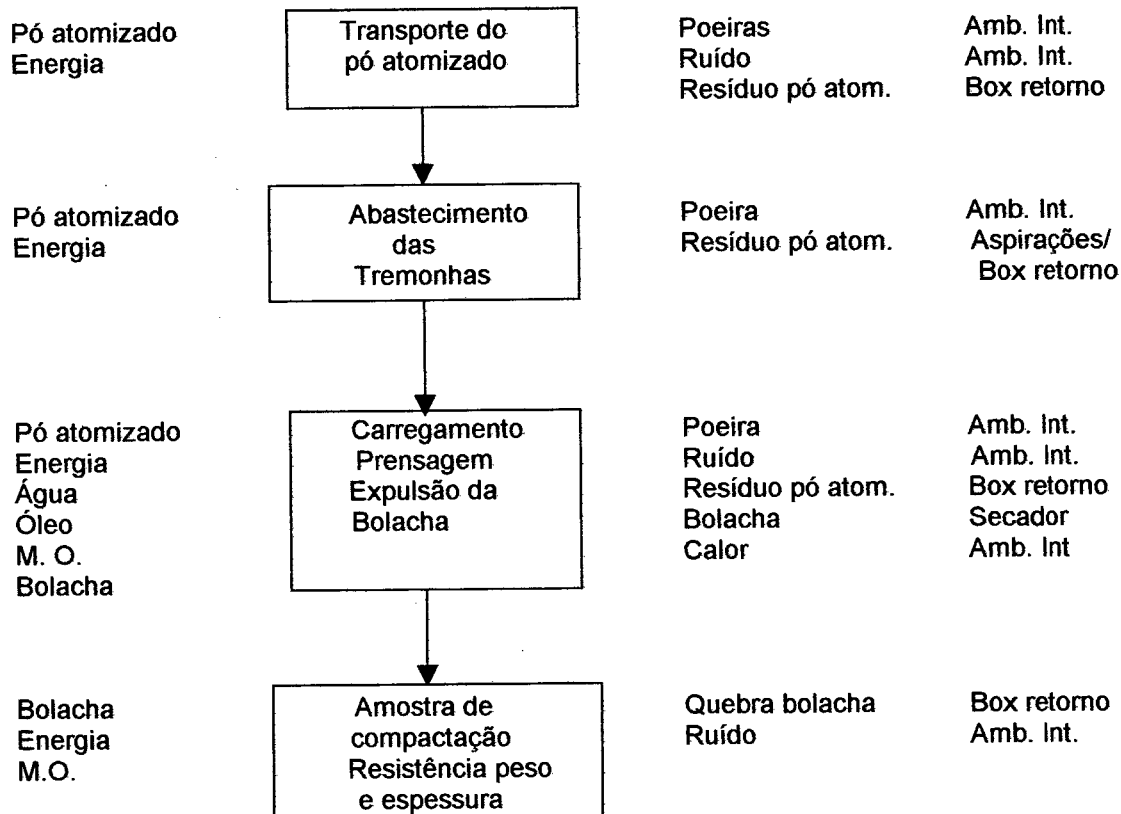
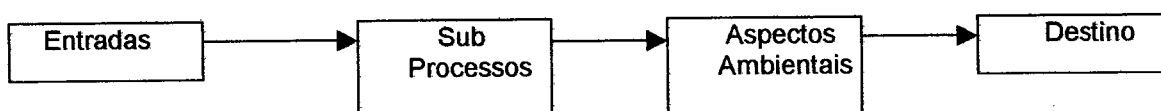


Figura 29: Macrofluxo do sub-processo – prensagem (continua)

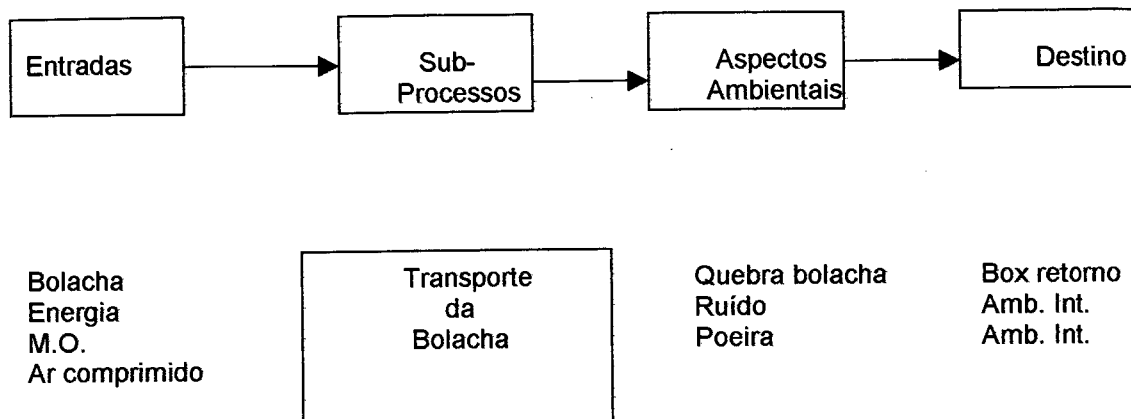
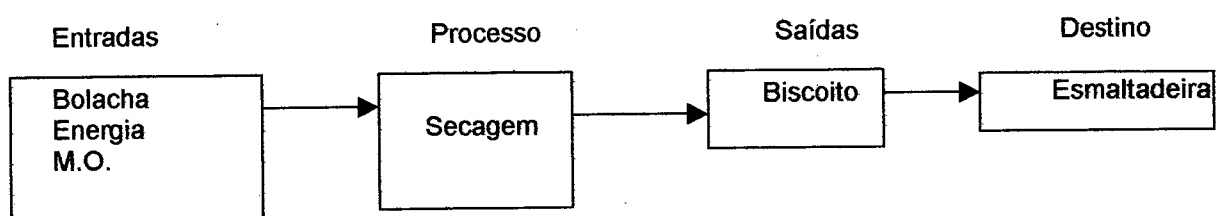


Figura 29: Macrofluxo do sub-processo – prensagem

Macrofluxo do Processo Seleccionado - Secagem



Fluxograma do Processo Seleccionado

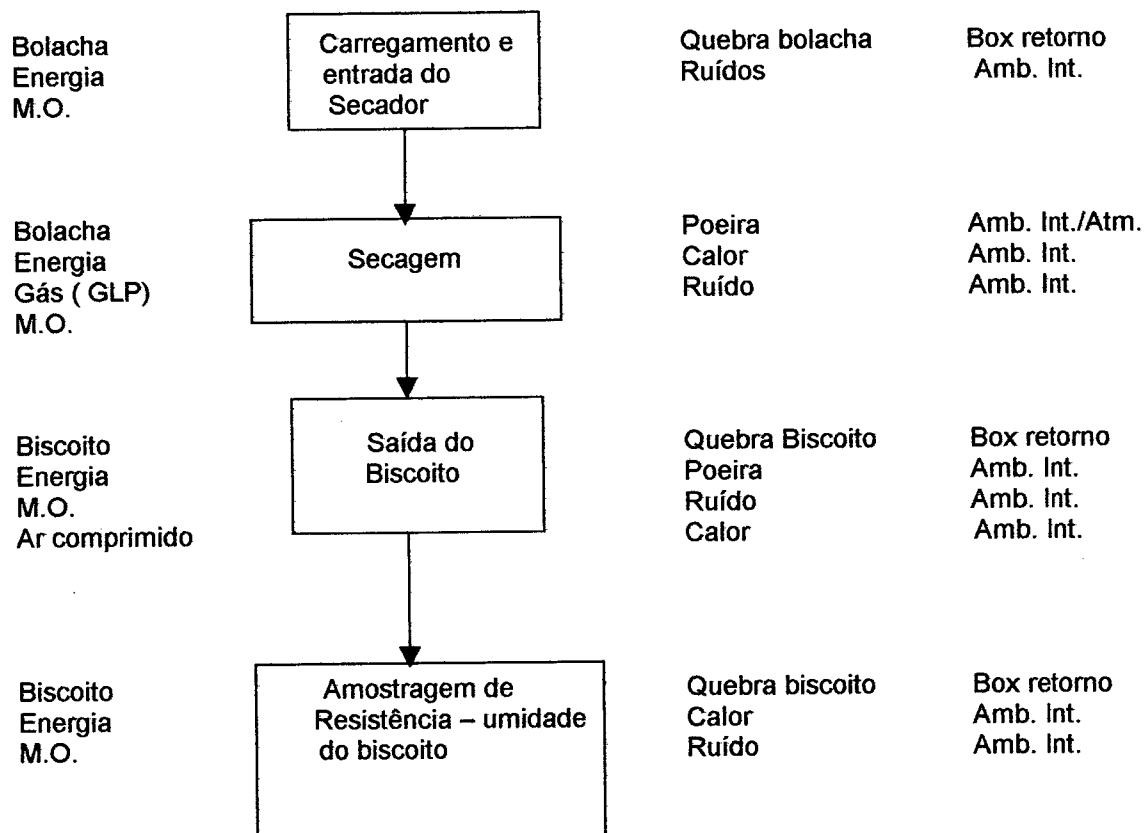
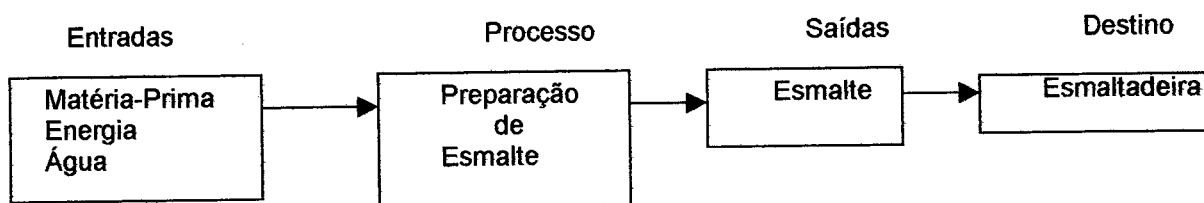
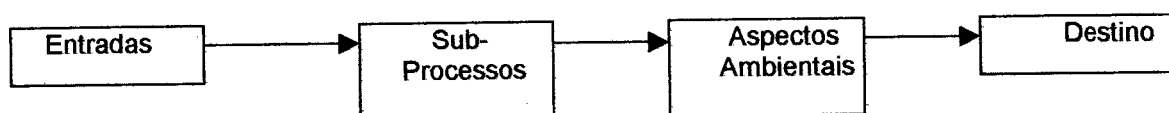


Figura 30: Macrofluxo do sub-processo – secagem

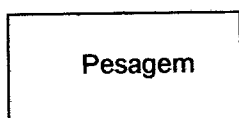
Macrofluxo do Processo Seleccionado – Preparação de Esmalte



Fluxograma do Processo Seleccionado



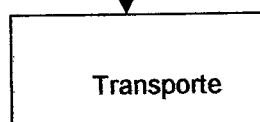
Matéria-Prima
Energia
M.O.



Poeira
Ruído
Embalagem

Amb. Ext./ Int.
Amb. Int.
Reciclado

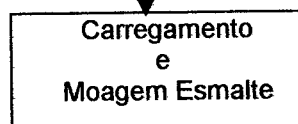
Matéria-Prima



Poeira
Gases
Perda M.P.

Amb. Int./Ext.
Amb. Int./Ext.
Aterro

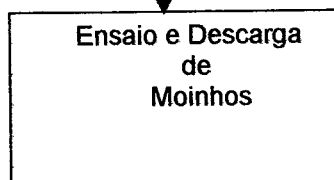
Água
Matéria-prima
M.O.



Poeira
Ruído
Perda esmalte
Embalagem

Amb. Int./Ext.
Amb. Int./Ext.
ETE
Reciclado

Água
Ar comprimido
Esmalte
Energia



Efluente líq.
Ruído
Resíduo esmalte
Quebra Biscoito
Calor

ETE
Amb. Int./Ext.
ETE
Aterro
Amb. Int.

Figura 31: Macrofluxo do sub-processo – preparação de esmalte (continua)

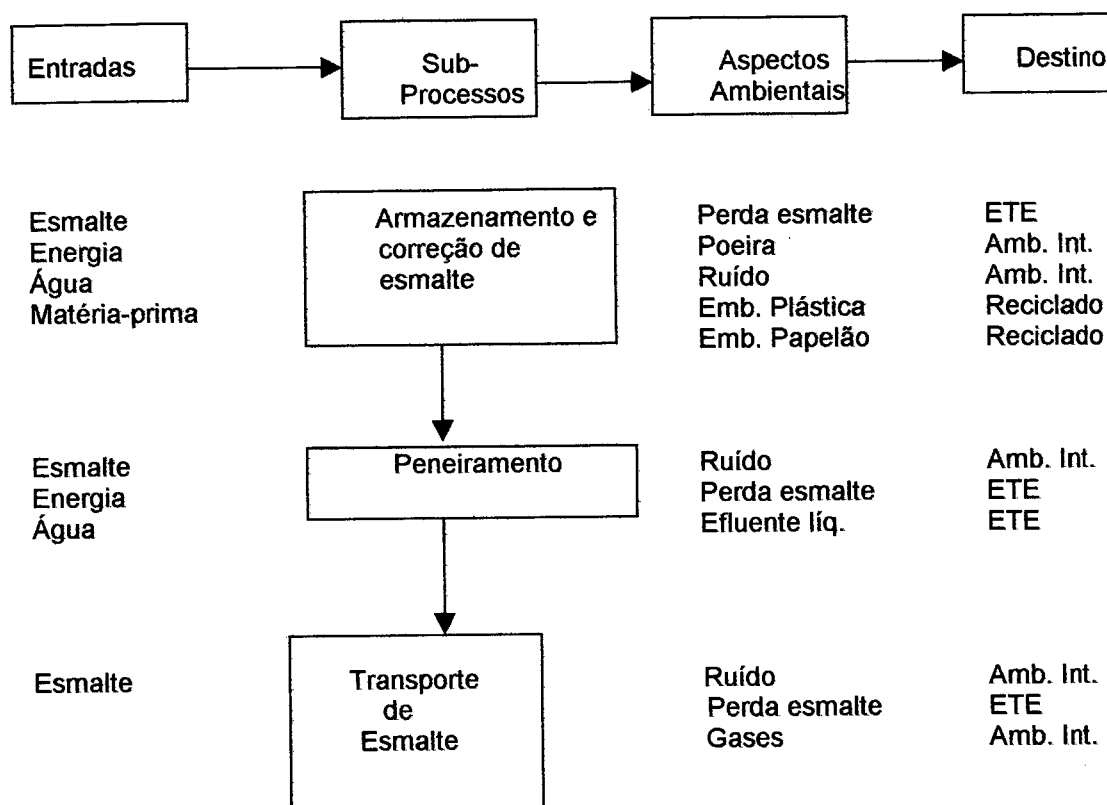
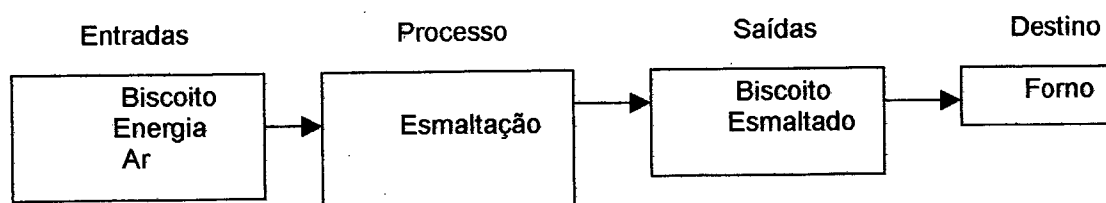


Figura 31: Macrofluxo do sub-processo – preparação de esmalte

Macrofluxo do Processo Seleccionado - Esmaltação



Fluxograma do Processo Seleccionado

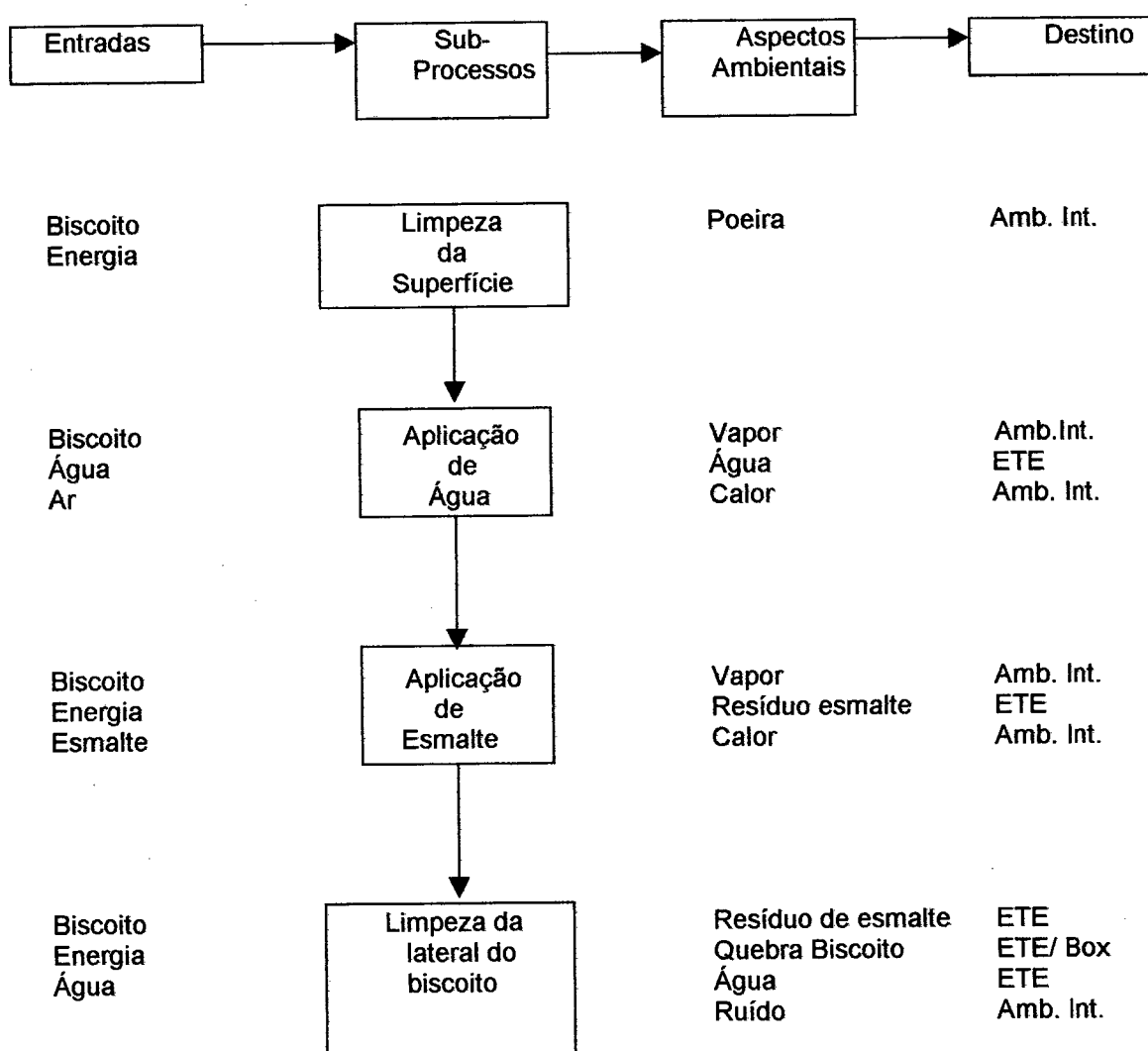


Figura 32: Macrofluxo do sub-processo – esmaltação (continua)

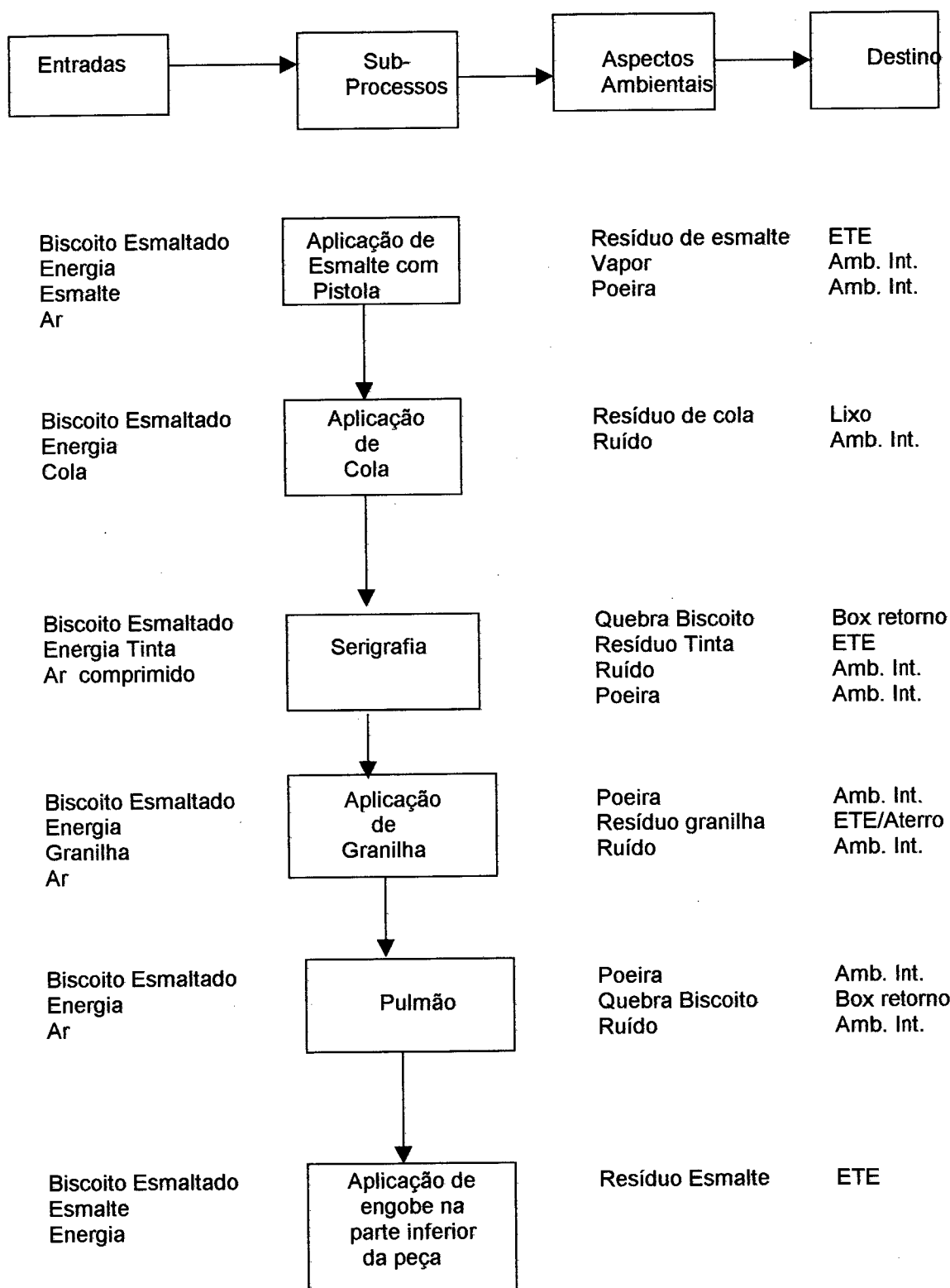
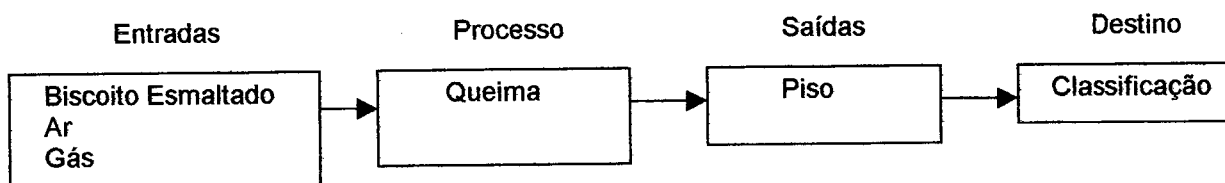


Figura 32: Macrofluxo do sub-processo – esmaltação

Macrofluxo do Processo Seleccionado - Queima



Fluxograma do Processo Seleccionado

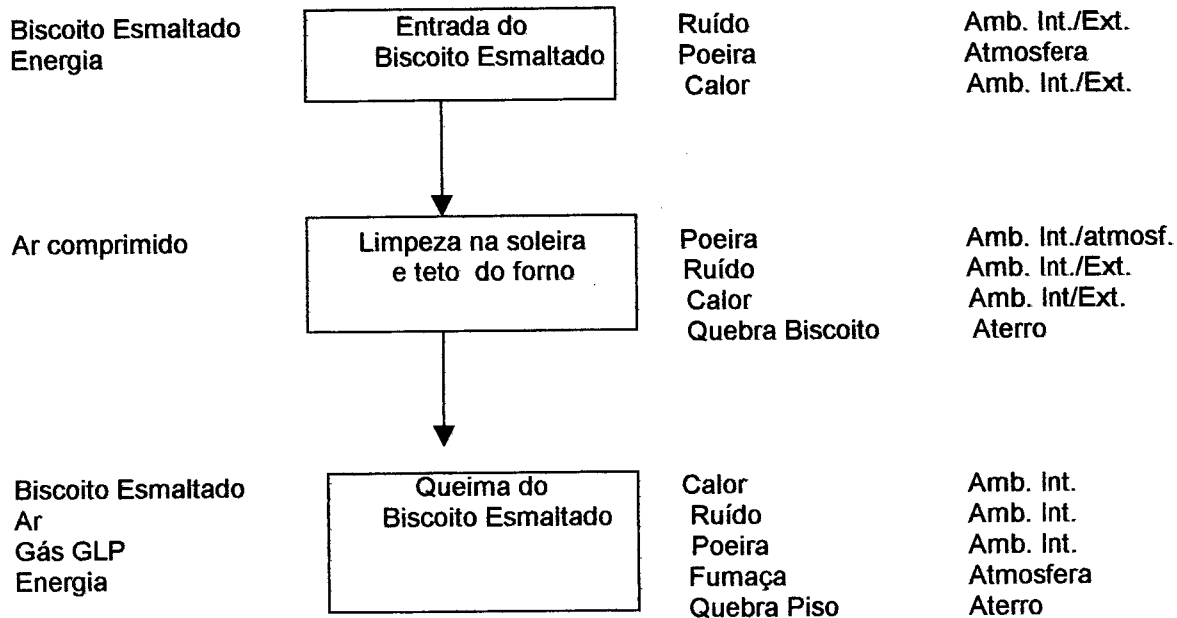
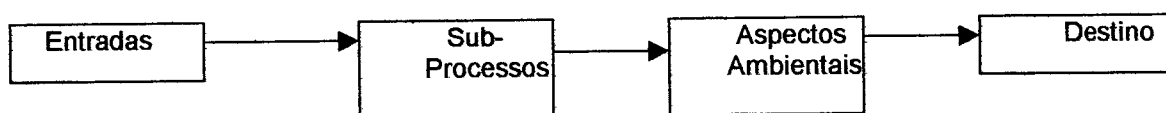


Figura 33: Macrofluxo do sub-processo – queima (continua)

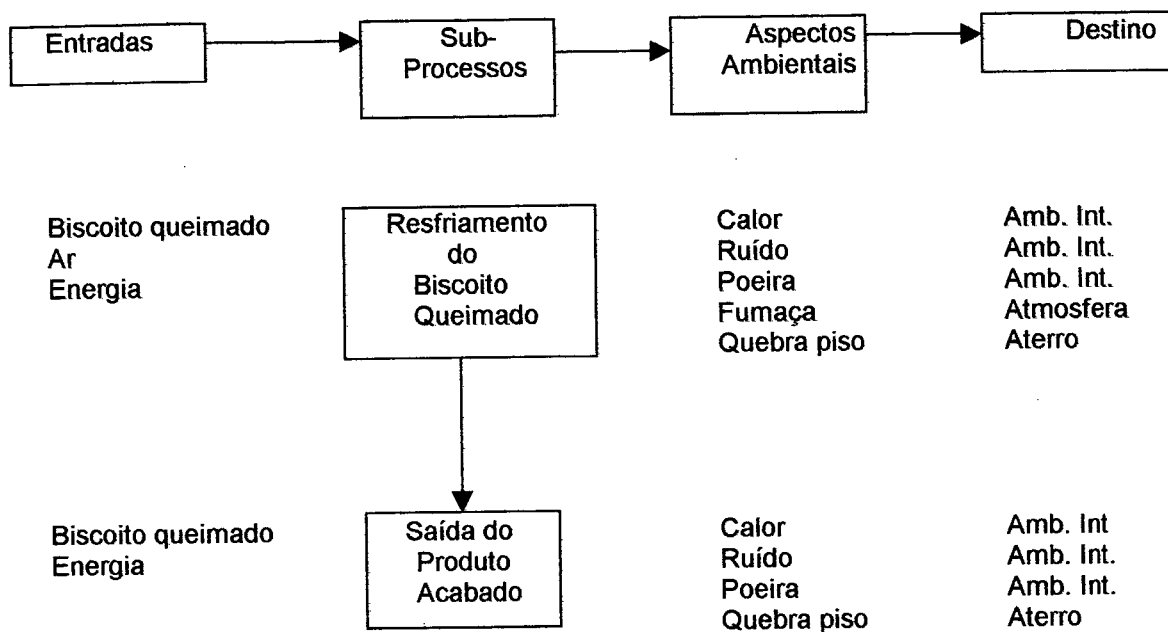
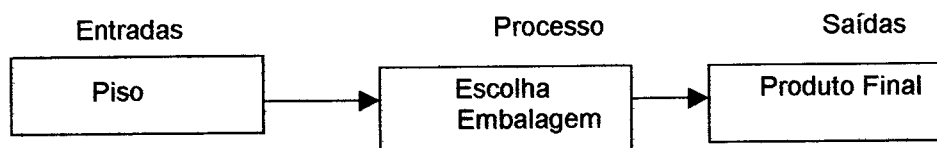
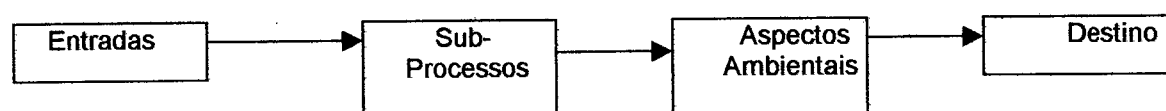


Figura 33: Macrofluxo do sub-processo – queima

Macrofluxo do Processo Selecionado - Classificação



Fluxograma do Processo Selecionado



Piso
Energia
Tinta

Classificação

Ruído
Quebra do piso
Bambona tinta

Amb. Int.
Aterro
Aterro

Embalagem
Energia
Cola
Tinta

Embalagem
e
Identificação

Ruído
Emb. Papelão
Emb. Plástica

Amb. Int.
Reciclada
Aterro

Energia
Fita Plástica
Estrado

Paletização

Poeira
Ruído
Madeira
Calor

Amb. Int.
Amb. Int.
Reciclado
Amb. Int.

Figura 34: Macrofluxo do sub-processo – classificação (continua)

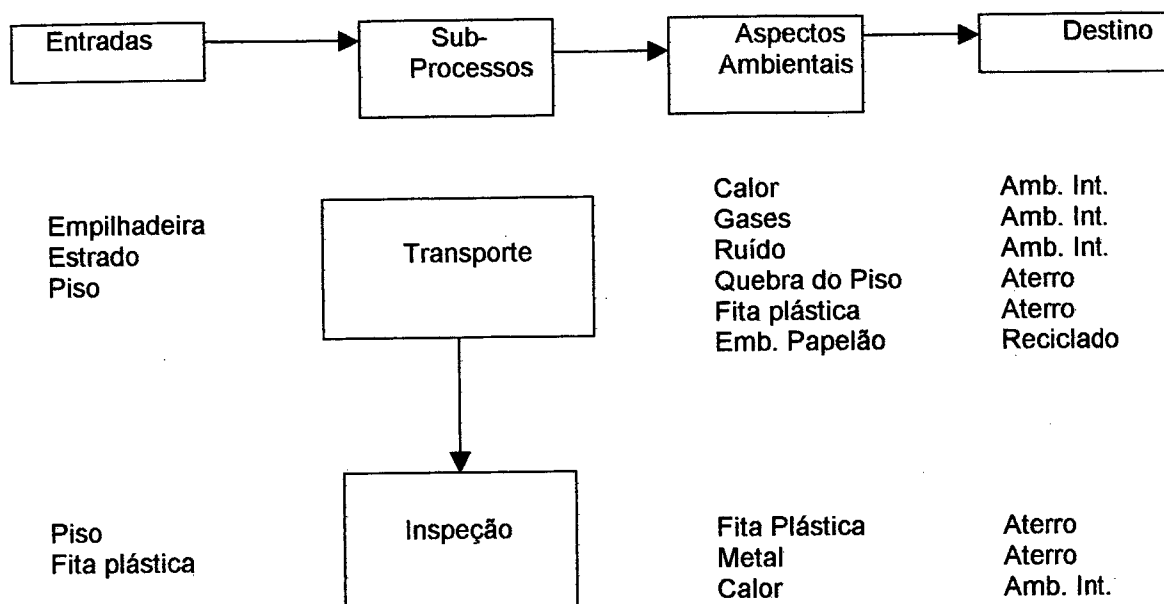
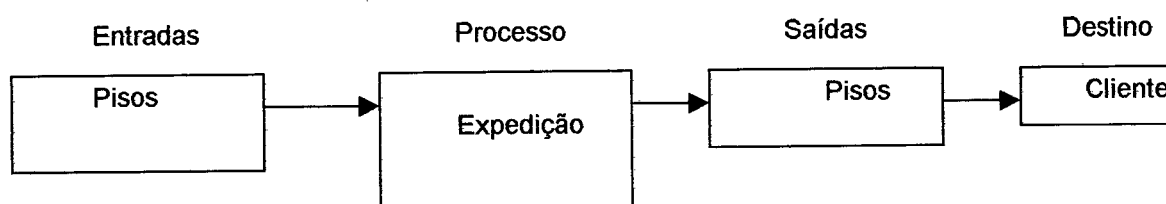
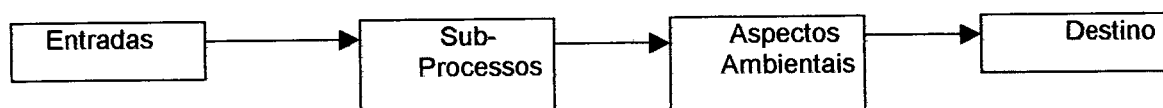


Figura 34: Macrofluxo do sub-processo – classificação

Macrofluxo do Processo Seleccionado - Expedição



Fluxograma do Processo Seleccionado



Piso embalado
Fita plástica
Estrado madeira
Embalagem papelão
Empilhadeira

Entrada
no
Entreposto

Ruído
Poeira
Calor
Vazamento GLP
Vazamento óleo

Amb. Int.
Amb. Int.
Amb. Int.
Amb. Int.
Amb. Int.

Piso
Fita plástica
Estrado madeira
Embalagem papelão
Empilhadeira

Expedição

Ruído
Poeira
Calor
Vazamento GLP
Vazamento óleo

Amb. Int.
Amb. Int.
Amb. Int.
Amb. Int.
Amb. Int.

Piso
Embalagem papelão
Fita plástica
Estrado madeira
Caminhões
Energia

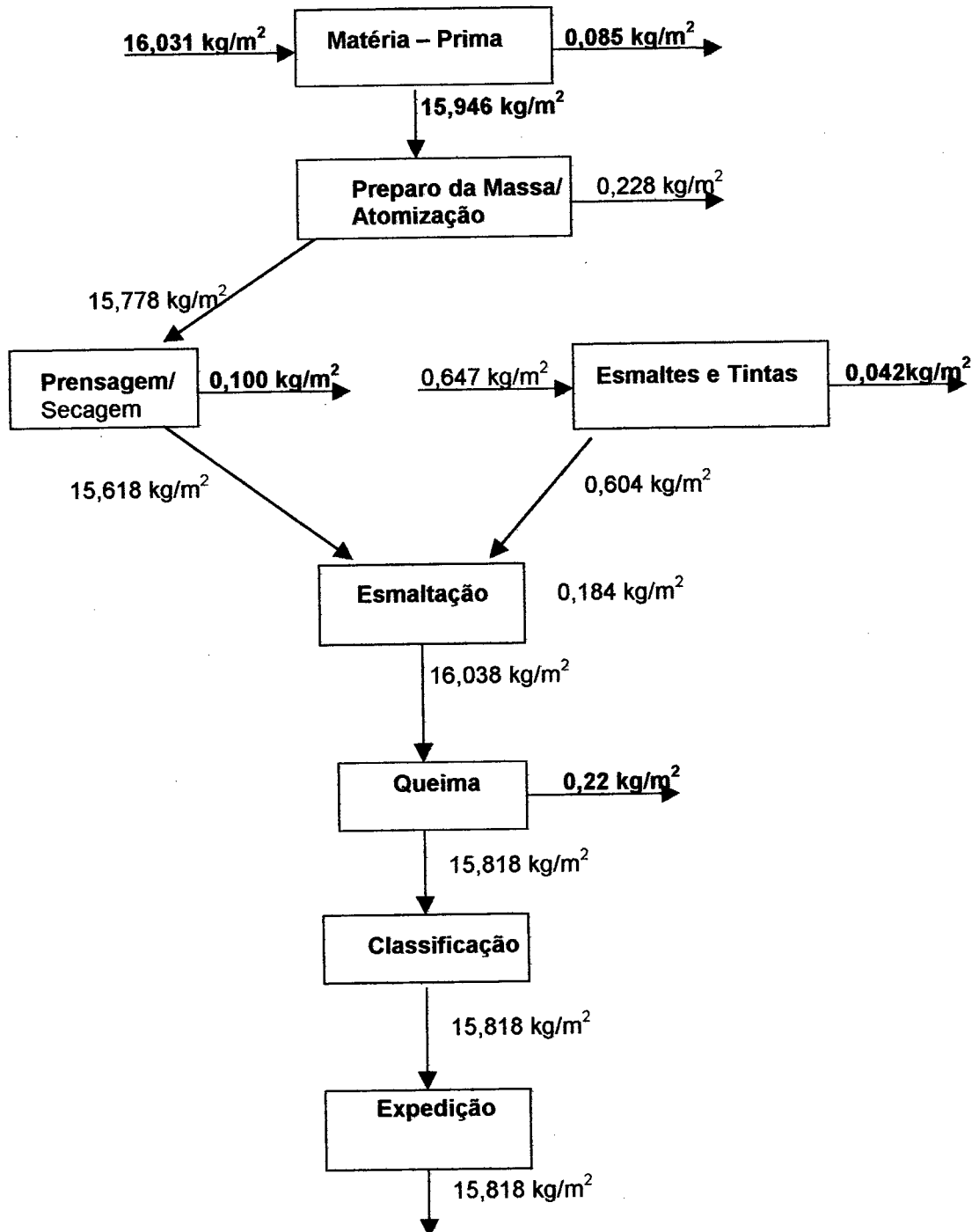
Carregamento

Ruído
Calor
Quebra piso
Embalagem papelão
Fita plástica
Emissões gasosas
Madeira

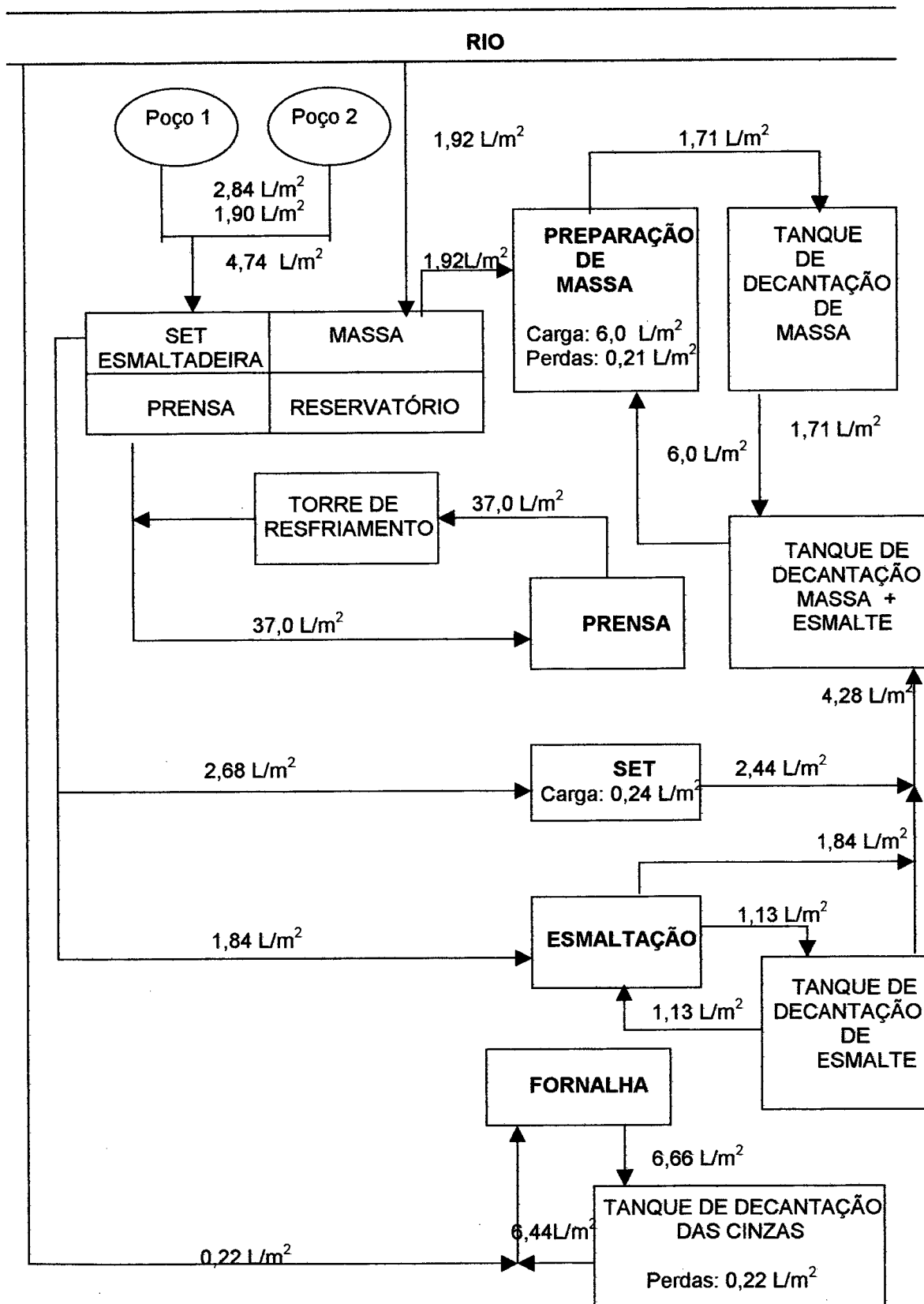
Amb. Int.
Amb. Int.
Aterro
Reciclada
Aterro
Atmosfera
Reciclado

Figura 35: Macrofluxo do sub-processo – expedição

ANEXO II - BALANÇO DE MASSA DO PROCESSO CERÂMICO



ANEXO III – BALANÇO HÍDRICO



ANEXO IV – CARACTERÍSTICAS DAS EMISSÕES GASOSAS - ATOMIZADOR

Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, SO₂, CO_x

Dados	Atomizador
Vazão do Fluxo Gasoso (m ³ /h)	35138,58
Vazão do Fluxo Gasoso – CNTP (m ³ /h)	2540,27
Consumo de Carvão Mineral (Kg/h)	2640
Eficiência do Jet Scrubber (%)	90
Enxofre Total (%)	1,64
Carbono Fixo (%)	36,19
Concentração de Mat. Particulado c/ Jet Scrubber (mg/Nm ³)	110

*Os dados foram obtidos através de análises químicas realizadas na UNESC – Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina.

Obtiveram-se os dados para 1 atomizador, totalizando-se 4 atomizadores.

Resultados		Atomizador
MP	Concentração de MP (mg/Nm ³)	1100
	Taxa de Emissão de MP (kg/h)	27973
SO ₂	Concentração de SO ₂ (mg/Nm ³)	3,4
	Taxa de Emissão de SO ₂ (kg/h)	86,46
CO _x	Concentração de CO _x (mg/Nm ³)	137,5
	Taxa de Emissão de CO _x (kg/h)	3496,6

Quadro: Cálculo da Taxa de Emissão em Kg/mês dos Poluentes dos Atomizadores

Poluente	Taxa de Emissão (kg/mês)
MP	20140560
SO ₂	62251,2
CO ₂	2517552

Quadro: Cálculo da Taxa de Emissão em g/m² dos Poluentes dos Atomizadores

Poluente	Taxa de Emissão (g/m ²)
MP	28772
SO ₂	89
CO ₂	3596

Planilha de Cálculo
Emissão Gasosa do Atomizador

$E=1100 \text{ mg/Nm}^3$		$0,9 = E - 110/0,1$
$Te_{MP} = 27973$	kg/h	$E \times Q$
$C_{SO_2} = 3,4$	mg/Nm ³	$[CM \times (ET/100) / Q] \times 2$
$Te_{SO_2} = 86,46$	kg/h	$C_{SO_2} \times Q$
$C_{CO_x} = 137,5$	mg/Nm ³	$[CM \times (CF/100) / Q] \times 11/3$
$Te_{CO_x} = 3496,6$	kg/h	$C_{CO_x} \times Q$

SIMBOLOGIA

E = Concentração de Material Particulado
 Te_{MP} = Taxa de Emissão de Material Particulado
 Q = Vazão do Fluxo Gasoso – CNTP
 C_{SO_2} = Concentração de SO₂
 CM = Consumo de Carvão Mineral
 ET = Enxofre Total
 Te_{SO_2} = Taxa de Emissão de SO₂
 CF = Carbono Fixo
 Te_{CO_x} = Taxa de Emissão de CO_x

DADOS DOS VENTILADORES DOS FORNOS**FORNO 1: INÍCIO**

- CBI Ref. N° 2011/30
- Tipo: CHB 40 ¼
- Item: 940 P23H
- RPM: 120
- Potência: 30KW
- Temperatura: 380°C

FORNO 1: FINAL

- CBI Ref. N° 2011/50
- Tipo: CHB 49
- Item: 940 P23H
- RPM: 824
- Potência: 30KW
- Temperatura: 350°C

FORNO 2 e 4: INÍCIO - Marelli

- Tipo: M55/50/1
- N° 483369
- Vazão: 384 m³ P/m
- Pressão: 230 m/m c.a
- RPM: 120
- Temperatura: 350°C

FORNO 2 e 4 - FINAL - Marelli

- Tipo: M55/45/1
- N° 48375
- Vazão: 284 m³ P/m
- Pressão: 300 m/m c.a
- RPM: 1550
- Temperatura: 300°C

FORNO 5 - INÍCIO: - Marelli

- Tipo: M55/45/1
- N° 48160
- Potência: 25cv
- RPM: 1500
- Temperatura: 350°C

FORNO 5 - FINAL: - Marelli

- Tipo: M55/35/1
- N° 48159
- Potência: 15cv
- RPM: 1800

ANEXO V - CARACTERÍSTICAS DAS EMISSÕES GASOSAS – FORNOS

Concentração e Taxa de Emissão de Cl⁻, NO₂, SO₂, NH₃ e B

Dados	Fornos
Concentração de Cl ⁻ (mg/Nm ³)	26
Concentração de NO ₂ (mg/Nm ³)	27
Concentração de SO ₂ (mg/Nm ³)	32
Concentração de NH ₃ (mg/Nm ³)	0,2
Concentração de B (mg/Nm ³)	3,5
Temperatura na CNTP (K)	273
Pressão Absoluta (mmHg)	760,3
Pressão na CNTP (mmHg)	760
Umidade dos Gases (%)	5

*Os dados da Concentração dos Poluentes foram obtidos no ITC

Quadro: Taxas de Emissões em mg/h do início e do final de cada forno

Poluentes	Taxas de Emissões (mg/h)					
	Forno 1		Forno 2 e 4		Forno 5	
	I	F	I	F	I	F
Cl ⁻	309920	216554	249470	200590	151580	117728
NO ₂	321840	224883	259065	208305	157410	122256
SO ₂	381440	266528	307040	246880	186560	144896
NH ₃	2384	1665,8	1919	1543	1166	905,6
B	41720	29151	33582	27002	20405	15848

Quadro: Média das taxas de Emissões em g/m²) entre o início e o final de cada forno

Poluente	Taxa de Emissões (g/mês)			
	Forno 1	Forno 2	Forno 4	Forno 5
Cl ⁻	189531	162022	162022	96951
NO ₂	196820	1682532	1682532	100680
SO ₂	233268	199411	199411	119324
NH ₃	1458	1246	1246	0746
B	25513	17066	17066	13051

Quadro: Cálculo das Taxas de Emissões em g/m²

Poluente	Taxa de Emissões (g/m ²)				
	Forno 1	Forno 2	Forno 4	Forno 5	Σ _T
Cl ⁻	0,27	0,23	0,23	0,138	1,6
NO ₂	0,28	2,4	2,4	0,14	5,22
SO ₂	0,33	0,28	0,28	0,17	1,06
NH ₃	0,002	0,002	0,002	0,001	0,007
	0,36	0,02	0,02	0,0018	0,418

Planilha de Cálculo
Emissão Gasosa do Forno 1

Início		Final	
V _m = 30000	m ³ /h	V _m = 20000	m ³ /h
T _c = 653	K	T _c = 623	K

V _{início} = 11920	Nm ³ /h	V _{início} = V _{m (início)} x (T _a x P _a / T _c x P _c) x (1 - P _u)
V _{final} = 8329	Nm ³ /h	V _{final} = V _{m (final)} x (T _a x P _a / T _c x P _c) x (1 - P _u)
Te _{Cl} (início) = 309920	mg/h	V _{início} x C _{Cl}
Te _{NO2} (início) = 321840	mg/h	V _{início} x C _{NO2}
Te _{SO2} (início) = 321440	mg/h	V _{início} x C _{SO2}
Te _{NH3} (início) = 2384	mg/h	V _{início} x C _{NH3}
Te _B (início) = 41720	mg/h	V _{início} x C _B
Te _{Cl} (final) = 216554	mg/h	V _{final} x C _{Cl}
Te _{NO2} (final) = 224883	mg/h	V _{final} x C _{NO2}
Te _{SO2} (final) = 266528	mg/h	V _{final} x C _{SO2}
Te _{NH3} (final) = 1665,8	mg/h	V _{final} x C _{NH3}
Te _B (final) = 29151	mg/h	V _{final} x C _B

Planilha de Cálculo
Emissão Gasosa do Forno 2 e 4

Início		Final	
$V_m = 23040$	m^3/h	$V_m = 17040$	m^3/h
$T_c = 623$	K	$T_c = 573$	K

$V_{início} = 9595$	Nm^3/h	$V_{início} = V_m (início) \times (T_a \times P_a / T_c \times P_c) \times (1 - P_u)$
$V_{final} = 7715$	Nm^3/h	$V_{final} = V_m (final) \times (T_a \times P_a / T_c \times P_c) \times (1 - P_u)$
$Te_{Cl} (início) = 249470$	mg/h	$V_{início} \times C_{Cl}$
$Te_{NO2} (início) = 259065$	mg/h	$V_{início} \times C_{NO2}$
$Te_{SO2} (início) = 307040$	mg/h	$V_{início} \times C_{SO2}$
$Te_{NH3} (início) = 1919$	mg/h	$V_{início} \times C_{NH3}$
$Te_B (início) = 33582$	mg/h	$V_{início} \times C_B$
$Te_{Cl} (final) = 2000590$	mg/h	$V_{final} \times C_{Cl}$
$Te_{NO2} (final) = 208305$	mg/h	$V_{final} \times C_{NO2}$
$Te_{SO2} (final) = 246880$	mg/h	$V_{final} \times C_{SO2}$
$Te_{NH3} (final) = 1543$	mg/h	$V_{final} \times C_{NH3}$
$Te_B (final) = 27002$	mg/h	$V_{final} \times C_B$

Planilha de Cálculo
Emissão Gasosa do Forno 5

Início		Final	
$V_m = 14000$	m^3/h	$V_m = 10000$	m^3/h
$T_c = 623$	K	$T_c = 573$	K

$V_{início} = 5830$	Nm^3/h	$V_{início} = V_m (início) \times (T_a \times P_a / T_c \times P_c) \times (1 - P_u)$
$V_{final} = 4528$	Nm^3/h	$V_{final} = V_m (final) \times (T_a \times P_a / T_c \times P_c) \times (1 - P_u)$
$Te_{Cl} (início) = 151580$	mg/h	$V_{início} \times C_{Cl}$
$Te_{NO2} (início) = 157410$	mg/h	$V_{início} \times C_{NO2}$
$Te_{SO2} (início) = 186560$	mg/h	$V_{início} \times C_{SO2}$
$Te_{NH3} (início) = 1166$	mg/h	$V_{início} \times C_{NH3}$
$Te_B (início) = 20405$	mg/h	$V_{início} \times C_B$
$Te_{Cl} (final) = 117728$	mg/h	$V_{final} \times C_{Cl}$
$Te_{NO2} (final) = 122256$	mg/h	$V_{final} \times C_{NO2}$
$Te_{SO2} (final) = 144896$	mg/h	$V_{final} \times C_{SO2}$
$Te_{NH3} (final) = 905,6$	mg/h	$V_{final} \times C_{NH3}$
$Te_B (final) = 15848$	mg/h	$V_{final} \times C_B$

SIMBOLOGIA

V = Vazão do Fluxo Gasoso – CNTP

V_m = Vazão do Fluxo Gasoso em m³/h

T_a = Temperatura na CNTP

P_a = Pressão Absoluta

T_c = Temperatura dos Gases na Chaminé

P_c = Pressão na CNTP

P_u = Umidade dos Gases

T_{eCl} = Taxa de Emissão de Cl⁻

T_{eNO₂} = Taxa de Emissão de NO₂

T_{eSO₂} = Taxa de Emissão de SO₂

T_{eNH₃} = Taxa de Emissão de NH₃

T_{eB} = Taxa de Emissão de B

C_{Cl} = Concentração de Cl⁻

C_{NO₂} = Concentração de NO₂

C_{SO₂} = Concentração de SO₂

C_{NH₃} = Concentração de NH₃

C_B = Concentração de B

ANEXO VI- QUADROS DOS VALORES QUANTIFICADOS NO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Todos os valores citados nos quadros abaixo foram obtidos na unidade funcional m^2 , ou seja, cada valor mensurado no Capítulo IV foi dividido pela produção média da fábrica, equivalente a 700.000 m^2 /mês de cerâmica produzida.

Quadro: Energia consumida

Setores	Energia Elétrica (KWH/M ²)
Preparação de Massa / Atomização	0,75
Prensagem / Secagem	0,74
Preparação de Esmaltes e Tintas (SET)	0,10
Esmaltação	0,21
Queima	0,33
Classificação	0,05
Expedição	0,02

Quadro: Combustível consumido

Combustível	Unidade	Quantidade / m ²
Óleo Diesel	L	0,003
Óleo Hidráulico	L	0,0007
Carvão Mineral	Ton.	2,07
GLP (secador + forno)	Ton.	1,12

Quadro: Insumos Consumidos

Insumos	Unidade	Quantidade / m ²
Tinta	L	0,00007
Cola	kg	0,0008
Fita Plástica	m	0,076
Estrado	kg	0,09
Selo	Peças	0,017
Cantoneira	Peças	0,0001
Embalagem de Papelão	kg	0,009

Quadro: Produção do Processo

Processo	Unidade	Produção
Pó atomizado	kg/m ²	16,47
Bolacha	m ² /m ²	1,026
Esmaltado	m ² /m ²	1,024
Vidrado	m ² /m ²	1,013
Esmaltes	kg/m ²	0,636
Corantes	kg/m ²	0,037
Escolha	m ² /m ²	0,999
Expedição	m ² /m ²	0,999

Quadro: Consumo de Matéria - Prima/setor

Setor	Unidade	Matéria Prima	Quantidade
Preparação da Massa/Atomização	kg/m ²	Matéria Prima	20,63
Prensagem/Secagem	kg/m ²	Pó atomizado	16,33
SET	kg/m ²	Matéria Prima	0,70
Esmaltação	m ² /m ²	Biscoito	1,024
Esmaltação	kg/m ²	Esmalte	0,61
Esmaltação	kg/m ²	Corante	0,037
Queima	m ² /m ²	Biscoito esmaltado	1,012
Classificação	m ² /m ²	Piso	0,999
Expedição	m ² /m ²	Piso embalado	0,999

Quadro: Água de abastecimento/setor

Setor	Água (L/m ²)
Preparação da Massa/Atomização	1,92
SET	2,68
Esmaltação	1,84
Fornalha	0,22

Quadro: Efluente Líquido gerado nos setores

Setor	Efluente Líquido (L/m ²)
Preparação da Massa/Atomização	1,71
SET	2,44
Esmaltação	2,97

Quadro: Resíduos Sólidos Reaproveitáveis no Processo de Produção

Resíduo Sólido	Unidade	Quantidade
Resíduo de M.P.	kg/m ²	0,085
Resíduo da Peneira (barbotina)	kg/m ²	0,05
Resíduo de Carvão	kg/m ²	0,0073
Resíduo do Pó atomizado (atomizador + prensa)	kg/m ²	0,19
Carolo	kg/m ²	0,05
Quebra " bolacha"	m ² /m ²	0,002
Raspa de esmalte	m ² /m ²	0,167
Quebra "biscoito"	kg/m ²	0,011

Quadro: Resíduos Sólidos Não – Reaproveitáveis.

Resíduo Sólido	Unidade	Quantidade
Ferro	kg/m ²	0,048
Descarte da Fomalha	kg/m ²	0,26
Cinza Seca	kg/m ²	0,08
Cinza Úmida	kg/m ²	1,98
Fita Plástica	kg/m ²	0,0007
Quebras do vidrado	m ² /m ²	0,013

Quadro: Resíduos Sólidos Reciclados

Resíduo Sólido	Quantidade (kg/m ²)
Embalagem Plástica	0,0013
Embalagem Papel / Papelão	0,11
Latão de Ferro	0,00009
Bambonas de Plástico	0,0065
Madeira (estrados)	0,011