



INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO CERÂMICO

Ivete de Fátima Rossato – Doutora. Ivete.rossato@unisul.br
Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Resumo: A Análise de Ciclo de Vida (ACV) tem se mostrado uma importante ferramenta de avaliação ambiental, devido a seu enfoque “sobre função”, que permite considerar o desempenho ambiental de produtos, procedimento cada vez mais requerido por diversos atores sociais. Para que a ACV possa ser utilizada de modo amplo e confiável, faz-se necessário que se desenvolvam bases de dados regionalizadas, contendo Inventários de Ciclo de Vida (ICV) dos principais insumos usados pela sociedade- energia, matérias-primas, etc. Este trabalho apresenta uma proposta para realizar um método ICPM (Inventário do Ciclo de Processo de Manufatura) em um processo produtivo, baseado nos princípios do ICV, fornecendo meios para quantificar os dados das entradas e saídas das atividades correspondentes a cada processo, com o objetivo de identificar as perdas e seus respectivos impactos que ocorrem nos processos. Para avaliar a potencialidade do método será aplicado um estudo de caso, em uma empresa do setor cerâmico.

Palavras-chave: Inventário, Processo, ACV

1. INTRODUÇÃO

Uma das formas mais integradas, completas e eficazes para a gestão ambiental de atividades produtivas é baseada no ciclo de vida do produto, sendo a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) sua principal ferramenta.

A ACV é uma ferramenta da gestão ambiental que identifica e avalia os impactos associados à existência de um produto. O ciclo de vida do produto tem início na extração dos recursos da natureza para a sua fabricação e termina quando o produto é descartado e retorna ao ambiente. Dentre as fases da ACV, o inventário de ciclo de vida (ICV) é utilizado para avaliar os efeitos ambientais de um produto, processo ou atividade.

Um dos principais objetivos de uma ACV é retratar, da forma mais completa possível, as interações entre o processo considerado e o ambiente; contribuir para o entendimento da natureza global e independente das conseqüências das atividades humanas sobre o ambiente e produzir informações objetivas que permitam identificar oportunidades para melhorias ambientais (SETAC, 1993).

A estrutura metodológica da ACV não fixa técnicas específicas, mas estabelece uma inter-relação entre as etapas do estudo e um certo número de requisitos para que o estudo possa ser considerado válido. Segundo a NBR ISO 14040 (2001), na metodologia da ACV, não existe um único método para conduzir seus estudos. Convém que as organizações

tenham flexibilidade para implementar a ACV na prática, conforme estabelecido nesta Norma, com base nas aplicações específicas e nos requerimentos do usuário.

Devido à complexidade envolvida com a implementação real das ACVs, não é prático ou mesmo possível tentar desenvolver uma estrutura completa que consista de todas as três etapas complementares da ACV. Na verdade, a análise de inventário é o componente melhor definido, embora não tenha sido ainda modelada e construída uma estrutura completa. Além disso, o desenvolvimento da ACV depende de uma análise de inventário inteiramente desenvolvida. Portanto, até que os impactos estejam firmemente estabelecidos, os dados do inventário servem como a melhor medida do efeito ambiental (CHOI, 1994).

A etapa do inventário é a base para uma ACV, podendo ser usada na análise de processos, seleção de material, avaliação de produto, comparação de produto, e formulação de políticas. A análise do inventário é um processo técnico, baseado em informações, de quantificação dos requerimentos de energia e matéria-prima, emissões atmosféricas, efluentes líquidos, resíduos sólidos e outras liberações para o ciclo de vida inteiro de um produto, processo ou atividade. Ele começa com a extração de matéria-prima e continua até o consumo e descarte do produto final. Curram (1993), declarou que a análise do inventário é o componente da ACV que está mais bem desenvolvido. Os processos requeridos para uma análise do inventário incluem a definição dos limites, requerimentos de dados, validação de dados e identificação de suposições (CHOI, 1994).

Diante dos aspectos abordados, este trabalho buscará desenvolver um Inventário do Ciclo de Processo de Manufatura (ICPM), baseado no inventário do ciclo de vida ICV, a ser implementado e aplicado em uma empresa cerâmica.

2. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A ACV é uma ferramenta para entender as interações entre a atividade industrial e nosso meio ambiente. Tem como objetivo levar em consideração todos os aspectos ambientais das operações industriais, aumentar a eficiência, melhorar os resultados financeiros e proteger o meio ambiente.

A ACV é um método utilizado para analisar o desempenho ambiental de produtos, processos produtivos, embalagens e serviços desde a aquisição de matéria-prima até o uso e descarte final, ou seja, durante todo o seu ciclo de vida, conforme mostra a figura 1.

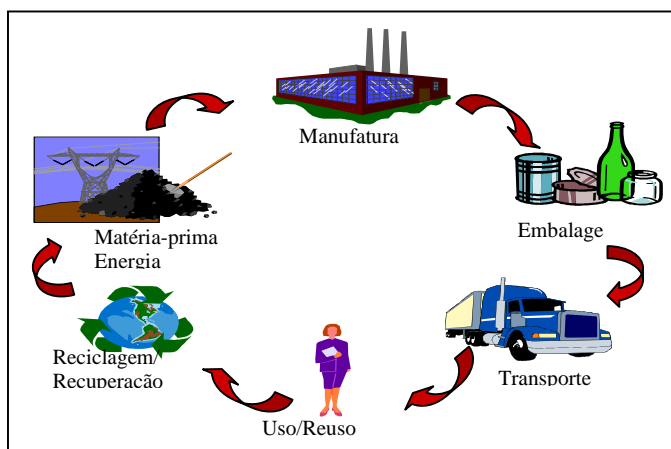


Figura 1- ACV de um produto

Fonte: Chehebe (1998)

Conforme Chehebe (1998), a ACV é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo).

Em uma visão simplificada, uma ACV é como uma fotografia das entradas e saídas de um dado sistema sob análise, e muitos autores referem-se ao conceito de *Input-Output Analysis* (LAVE et al.,1995). Através dela, pode-se obter uma série de efeitos ambientais quantificáveis, tais como: entradas (matérias-primas/energia), e saídas (emissões totais dos gases, lançamento total dos efluentes, consumo total de energia, geração total de resíduos e contaminação total do solo, além de outras liberações como: ruídos, vibrações, radiações, calor etc).Figura 2

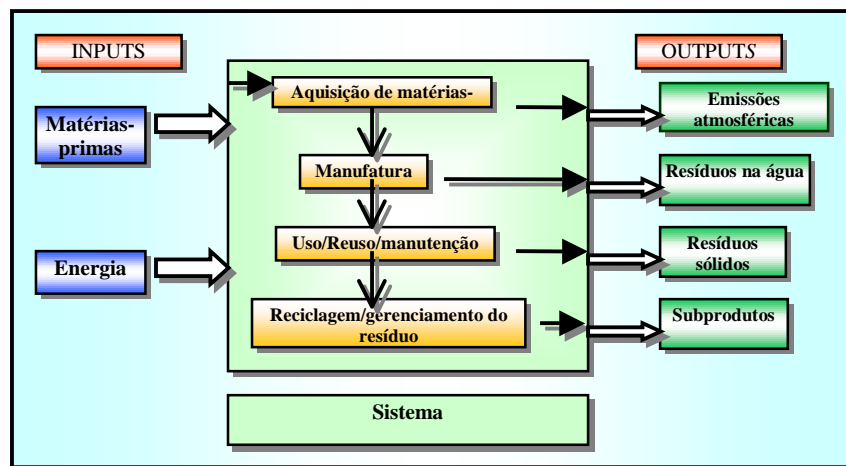


Figura 2 – Estágios da ACV
Fonte: Curran (1993)

Observa-se que foram desenvolvidas diferentes visões da ACV; cada uma de acordo com as conveniências dos interessados. Esta ferramenta vem sendo empregada sob diferentes filosofias e levantando bastante polêmica, especialmente quando da caracterização e mensuração dos impactos ambientais (GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

2.1 Fases da ACV

A estrutura metodológica não fixa técnicas específicas, mas estabelece uma inter-relação entre as etapas do estudo e um certo número de requisitos para que o estudo possa ser considerado válido. A ACV foi obtida através do consenso entre vários especialistas de todo o mundo.

Segundo a SETAC (1993), uma ACV pode ser dividida em quatro etapas principais:

- Definição do escopo e objetivos do estudo;
- Inventário de ciclo de vida;
- Avaliação de impactos e
- Avaliação de melhorias (Figura 3).

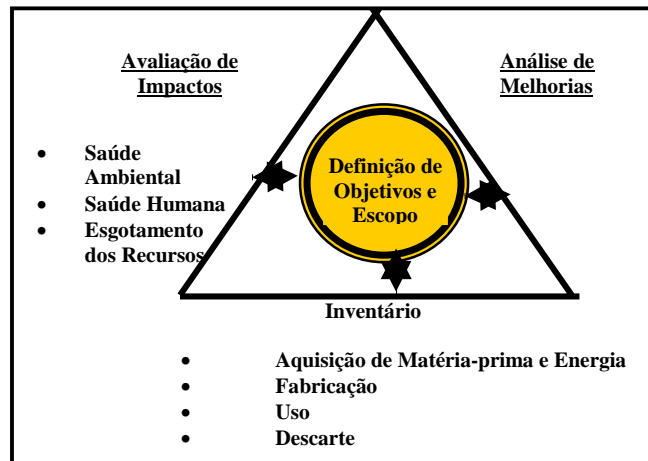


Figura 3- Fases da ACV segundo a
Fonte: SETAC- (1993)

Segundo a ISO, na norma ISO 14040 (1997), a ACV é a compilação e valoração das entradas e saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto através do seu ciclo de vida (estágios consecutivos e interligados de um sistema de produto, da aquisição da matéria-prima ou geração de recursos naturais ao depósito final). A metodologia descrita na norma ISO 14040 (1997) é formada por quatro etapas. Figura 4.

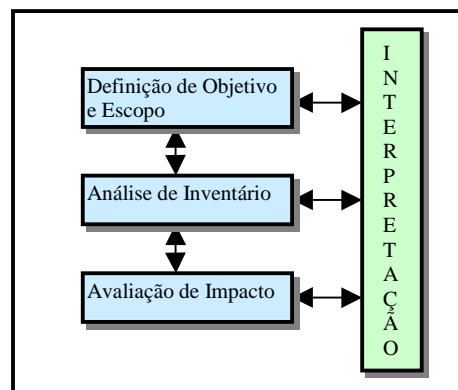


Figura 4- Estrutura da avaliação do ciclo de vida –ACV
Fonte: NBR ISO 14040 (2001)

De todas essas etapas, a fase do inventário é a mais trabalhosa, pois depende dessa avaliação e de informações para analisar e avaliar os impactos, como também para identificar oportunidades de melhoria e direcionar as ações. O uso desses dados do inventário requer uma abordagem abrangente para identificar onde os dados podem ser minimizados, isto é, onde se podem reduzir a quantidade de poluentes ou quantidade de energia.

2.2 Inventário do Ciclo de Vida - ICV

Segundo a ISO 14040 (1997) o ICV consiste em acompanhar os materiais utilizados nos produtos através do seu ciclo de vida, determinando e quantificando o uso dos

materiais, o consumo de energia, considerando as entradas e saídas para o meio ambiente. Analisa a importância das entradas saídas dos produtos e, verifica as consequências sobre o meio ambiente. Esta fase se caracteriza pela introdução dos valores sobre os dados obtidos pelo inventário.

O inventário é à base da ACV. Nesta etapa são identificadas e quantificadas todas as entradas e saídas do sistema relacionadas às categorias de impactos referentes ao estudo. São quantificados os materiais utilizados nos processos, a energia e as emissões geradas para o meio ambiente. Os balanços de massas e de energia são realizados para toda a cadeia produtiva que engloba: extração, processamento de matéria-prima, manufatura, transporte e distribuição, uso/re-uso/manutenção, reciclagem e descarte final.

Conforme Choio (1994), o ICV é o total cumulativo das entradas e saídas de um sistema para cada fase de um produto. O consumo de recurso tem sido escolhido para investigação por duas razões principais: auxiliar no alcance do objetivo global de redução de aquisição de material, considerar os inter-relacionamentos entre o consumo de material e energia, bem como emissão de resíduos gerados para a produção dos produtos.

As principais funções de uma análise de ICV de materiais incluem os seguintes propósitos: (NBR ISO 14040, 2001)

- Desenvolver uma base de informação sobre o uso de um recurso do sistema.
- Comparar as entradas e saídas do sistema com materiais ou produtos alternativos.
- Identificar os estágios de ciclo de vida de um produto ou material, no qual possa ocorrer uma redução da perda de material
- Auxiliar o desenvolvimento de novos processos, produtos e materiais visando à redução líquida dos recursos e resíduos.
- Identificar áreas a serem tratadas em uma ACV posterior
- Identificar o estágio dentro do ciclo de vida de um produto no qual possa ser alcançada uma redução no uso do recurso.
- Conduzir o desenvolvimento da reciclagem (reuso remanufatura e reprocessamento)
- Auxiliar o desenvolvimento de regulamentações ambientais mais efetivas.

3. INVENTÁRIO DO CICLO DE PROCESSO DE MANUFATURA - ICPM.

O ICPM proposto neste estudo auxiliará o modo de como realizar um inventário num processo produtivo, fornecendo meios para quantificar os dados das entradas e saídas das atividades correspondentes a cada processo, com o objetivo de identificar as perdas e seus respectivos impactos no processo de produção.

O método será constituído por três fases: preparação, caracterização e avaliação. Todas as fases serão divididas em etapas, conforme figura 5, e cada uma delas será descrita de forma detalhada em relação ao objetivo e aos resultados esperados.

No total serão 10 as etapas que constituirão o método do ICPM, na tabela 1 são apresentadas, as fases e etapas e os resultados esperados em cada etapa.

Na composição de cada etapa será elaborado um procedimento contendo um roteiro de atividades com suas respectivas observações, com a finalidade de auxiliar e orientar as pessoas envolvidas na pesquisa.

A fase 1 de preparação, expressa uma abordagem qualitativa e quantitativa, importante para que possamos definir o objetivo e o nível de profundidade do trabalho a ser realizado. Esta fase será constituída de três etapas, conforme descrita na tabela 1. Na etapa da definição do objetivo, descreve-se qual a proposta do estudo, as aplicações pretendidas, as razões e o público que se busca atingir, isto é, a quem os resultados do estudo serão comunicados.

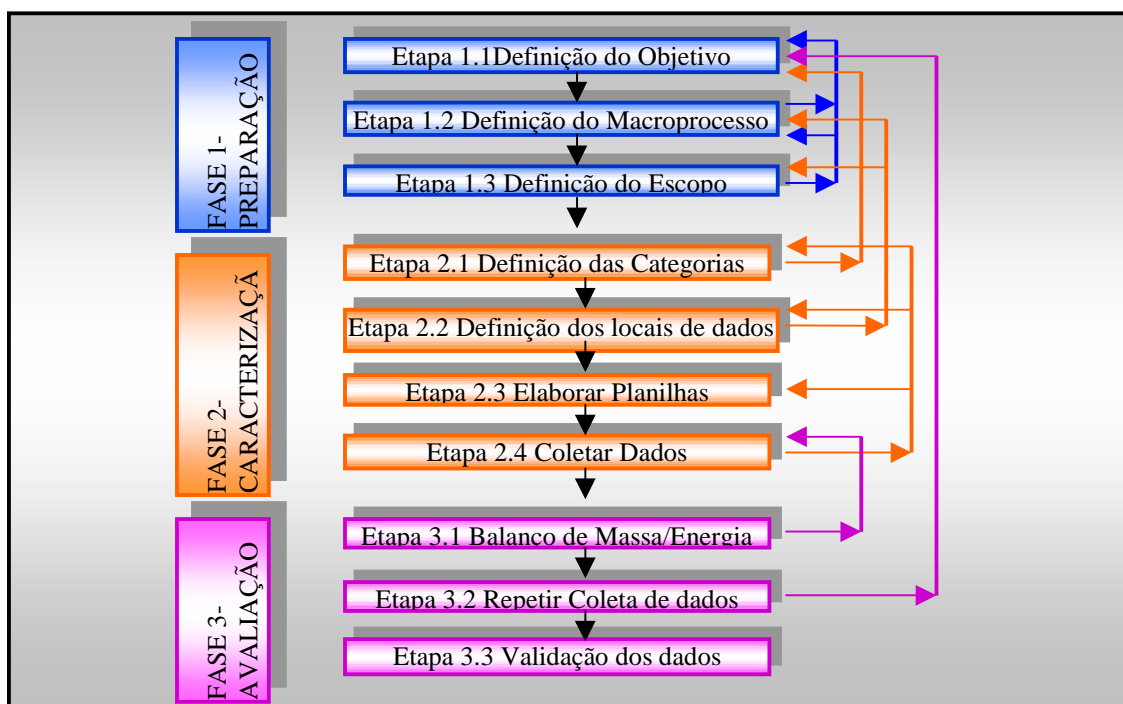


Figura 5 - Estrutura do método proposto do ICPM

FASES	OBJETIVO	ETAPAS	RESULTADOS ESPERADOS
1-PREPARAÇÃO	Proporcionar um planejamento sobre a condução dessa pesquisa.	1.1.Definição do objetivo	Conhecimento dos propósitos pretendidos na pesquisa para direcionar as ações que deverão ser realizadas.
		1.2.Definição do Macroprocesso.	Identificação da cadeia de produção do ciclo de vida do produto, desde a extração de matérias-primas até o descarte final.
		1.3.Definição do Escopo	Identificação das operações do sistema que farão parte do estudo da pesquisa
2-CARACTERIZAÇÃO	Estabelecer estratégias para obtenção dos dados, proposta pelo objetivo da pesquisa.	2.1.Definição das categorias	Identificação das categorias de cada operação do sistema que farão parte da pesquisa.
		2.2.Definição dos locais de dados.	Identificações dos locais onde serão feitas as coletas de dados
		2.3.Elaboração de planilhas	Planilha para efetivar a coleta de dados.
		2.4.Coletar os dados	Obtenção dos dados
3- AVALIAÇÃO	Computar, contabilizar e legalizar o ICV	3.1.Balanço de massa e energia	Contabilização dos dados
		3.2.Repetir coleta de dados	Assegurar a qualidade e confiabilidade dos dados obtidos.
		3.4.Validação dos dados	Formação de um acervo de dados sobre o processo produtivo.

Tabela 1- Fases e etapas do método do ICPM.

Na elaboração da definição do objetivo da pesquisa, apresenta-se um procedimento para a elaboração da primeira etapa, conforme mostra as tabelas 2 e 3.

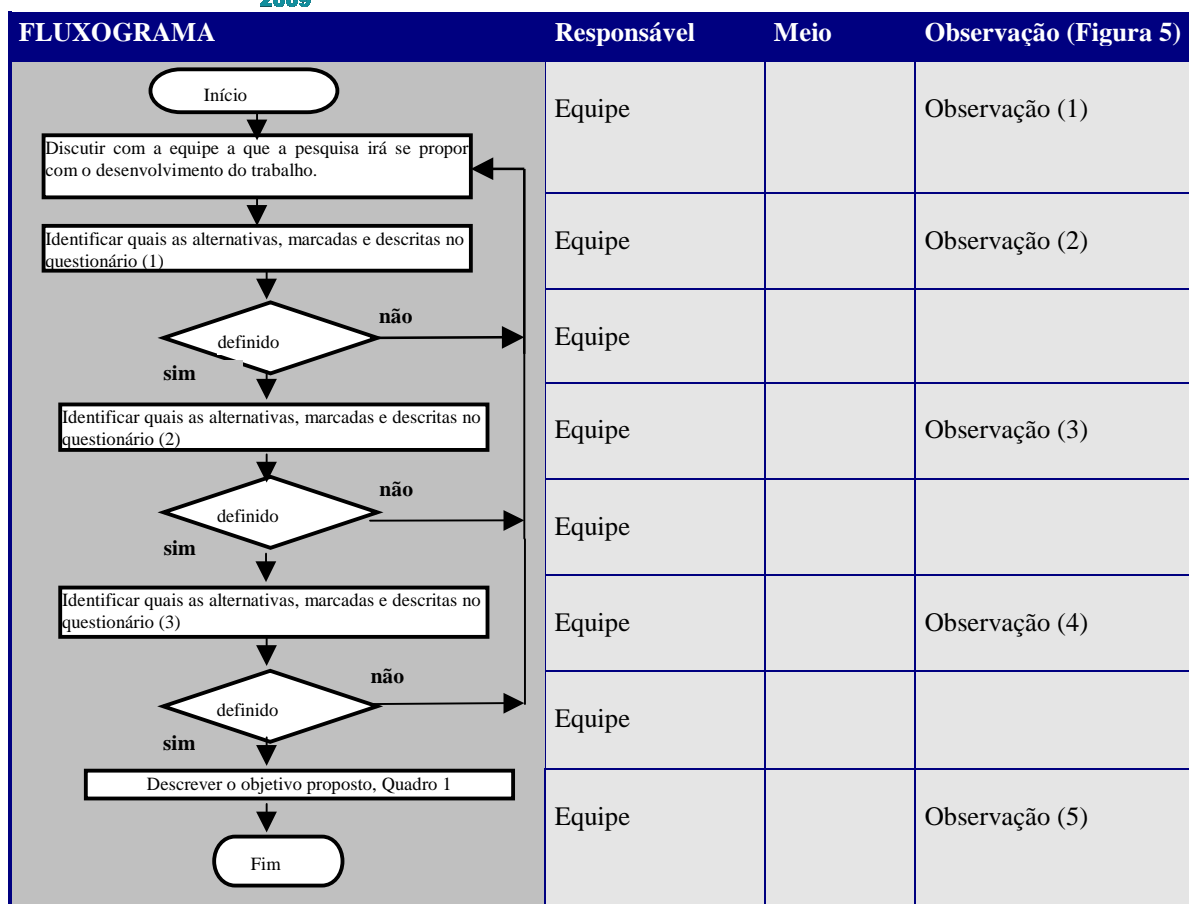


Tabela 2- Procedimento para a elaboração do objetivo do estudo.

Observação	Descrição
1	Reunir a equipe de trabalho e discutir com eles o plano da pesquisa que será desenvolvido no projeto proposto.
2	Nesta etapa é preciso estabelecer qual a abrangência dos estágios do ciclo de vida do sistema de produção, definindo o sistema a ser estudado, ou seja, quais os elementos relacionados aos produtos em análises
3	É necessário que seja informado a quem se destina a utilização desta pesquisa identificando qual ou quais das alternativas serão usadas, justificando o mesmo.
4	Recomenda-se informar, também, como serão divulgados os resultados obtidos, identificando qual ou quais das alternativas serão usadas.
5	Através da identificação de todos esses elementos analisados e escolhidos, descreve-se o objeto da pesquisa.

Tabela 3 – Descrição das observações da Figura 5.

Através dos procedimentos elaborados, a equipe passa por uma seqüência de estágios que irá orientá-la na hora da aplicação, sendo que algumas etapas dos estágios foram realizadas através de um questionário para orientar na: identificação e a descrição do objetivo proposto; elaboração do macroprocesso; elaboração dos processos, formas de coletas de dados e assim sucessivamente.

Assim como foi representado na etapa 1, descreveu-se para todas as outras fases e etapas o ICPM proposto.

5. APLICAÇÃO DO ICPM

Para que o ICPM proposto neste trabalho fosse efetivado, optou-se por uma empresa voltada ao ramo cerâmico. Os dados e as informações para a aplicação do ICPM foram coletados e medidos junto aos processos produtivos, sendo que alguns desses dados ainda eram desconhecidos para a empresa.

O ICPM propôs uma rotina de atividades para a execução do mesmo e direcionou as tarefas de modo concatenado, a fim de que o ICPM fosse aplicado e apresentasse os dados com suas respectivas análises. De posse dos dados obtidos, pôde-se gerar informações gerenciais e ambiente.

O objetivo do estudo foi: avaliar o processo de fabricação cerâmico, desde o carregamento das matérias-primas do setor de moagem, até o setor de escolha dos azulejos 15x15 e 15x20; Identificar as perdas em cada setor do processo; Obter melhores informações acerca de cada produto, azulejos 15x15 e 15x20 em relação ao processo e, por fim, estabelecer um banco de dados sobre o processo produtivo.

O processo de produção considerados nesta pesquisa iniciou no setor de massa e foi até o setor de escolha, conforme mostra a figura 6.

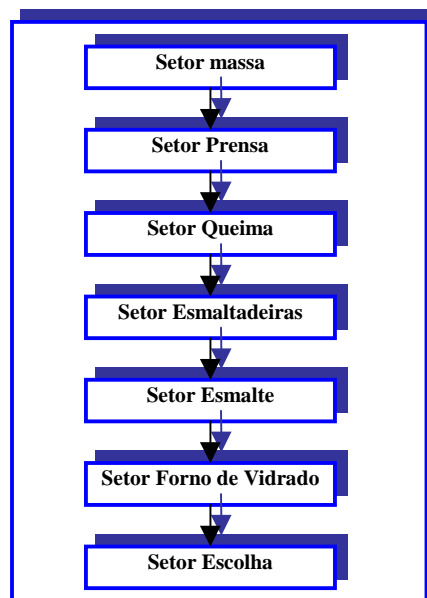


Figura 6 - Macroprocesso Cerâmico

Para a definição do macroprocesso, foram feitas as descrições dos processos, assim como o acompanhamento do procedimento de acordo com o que foi elaborado no método proposto pelo ICPM. O desmembramento e a profundidade dos fluxogramas foram realizados em relação ao objetivo definido pelo estudo de caso.

Todos os dados obtidos foram medidos e analisados através de testes realizados junto ao processo de fabricação referente a um mês de produção.

Ainda nessa etapa foram coletados os resíduos gerados no processo de produção do produto “azulejo” em cada setor da produção (Tabela 4).

A classificação da tabela 4 foi baseada na norma ABNT da NB-10.004. Esta Norma fixa as condições exigíveis para a obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

Tabela 4- Resíduos sólidos, produzido no processo de fabricação de cerâmica

Código do Resíduo	Descrição	Origem	Produção mensal Estimada	Estocagem	Classificação	Acondicionamento	Destino Final
A017	Biscoito 15x15 15x20	Esmaltadeira	174.228Kg 68.209Kg	S02	Classe III	E-02	Reprocessamento
A017	Vidrado 15x15 15x20	Escolha/ F.V	99.839Kg 29.612Kg	S02	Classe III	E-02	Reprocessamento
A011	Bolacha 15x15 15x20	Prensa	59.543Kg 8.164Kg	S02	Classe II	E-02	Reprocessamento
A018	Esmalte (valas)	Esmaltadeira/ SET	1.810Kg 2.262Kg	S02	Classe II	E-02	Reprocessamento
A018	Esmalte (piscina)	Esmaltadeira/ SET	8.410Kg	S09	Classe II	E-04	Piscina de decantação
A017	Emissão Particulado	Massa (atomizador)	6.800Kg	S08	Classe II	E-08	Meio Ambiente
A017	Pó aspiração Esmalte	Esmaltadeira	11.850 kg	S02	Classe II	E-08	Reprocessamento
A017	Pó aspiração Biscoito	Esmaltadeira	870kg	S02	Classe II	E-08	Reprocessamento
A005	Ouro e Platina	Esmaltadeira/ SET	9,5 Kg	S08	Classe II	E-07	Reciclagem externa
*A017	Pó aspiradores	Massa/Prensa	19.590 kG	S02	Classe III	E-08	Reprocessamento
A017	Barbot./Massa	Massa/Atom	73.219Kg	S02	Classe III	E-02	Reprocessamento
A017	Massa Atomizada	Prensa	76.102Kg	S02	Classe III	E-02	Reprocessamento
A011	Cinza	Fornalha	250.000 Kg	S08	Classe II	E-02	Reciclagem/Aterro
A016	Areia	Fornalha	70.000 Kg	S02	Classe II	E-02	Aterro
	Filtro	Geral	14 Kg	S08	Classe I		Lixo Municipal
A011 K071	Lâmpadas Fluorescente	Geral	40w=24 unid 20w=12unid 110w=23unid	S08	Classe I	E-08	Estocagem interna (Reciclagem externa)
A004 A011	Lâmpadas incandescente	Geral	17 unid.	S01	Classe I	E-01	Estocagem interna (Reciclagem externa)
A006	Papel e Papelão	Fábrica	1.890Kg	S02	Classe II	E-04	Reciclagem externa
A006	Papel e Papelão	Administração	100 Kg	S02	Classe II	E-04	Reciclagem externa
A007	Plástico	Fábrica	72Kg	S02	Classe III	E-04	Reciclagem externa
A007	Plástico	Administração	7.5Kg	S02	Classe III	E-04	Reciclagem externa
A008	Borracha	Geral	163 Kg	S04	Classe III	E-04	
A009	Extrato de Madeira	Expedição/SET	5unid. =135Kg	S02	Classe III	E-04	Reciclagem externa
A017	Rolos refratários	Forno de vidro	200 Unid. =960Kg	S08	Classe III	E-02	Estocagem interna
	Rolos Inox	Forno de vidro	37Kg	S02		E-02	Sucata de Ferro
A004	Resistência elétrica	Forno de vidro	78 Unid. = 374,4 Kg	S02	Classe III	E-02	Reciclagem externa
A004	Sucata Metálica	Geral		S02	Classe III	E-04	Reciclagem externa
A004	Tambores metálicos (200L)	Prensa / Manutenção	Prensa = 5unid=60Kg Manut.= 1unid=12Kg	S02	Classe II	E-02	Reciclagem externa
A008	Bambonas Plásticas (Produtos Químicos)	SET/ Prensa	Prensa=4 =36Kg SET= 12 = 108Kg	S02	Classe II	E-02	Reciclagem externa
A008	Luvas borracha (mecânica)	Geral	10 pares 2,73Kg	S08	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A008	Luvas borracha (serigrafica)	Esmaltadeira	9 pares 0,68Kg	S08	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A009	Luva (raspa)	Forno Bisc. E vidro	37pares 9,2Kg	S04	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A008	Luvas dedeiras	Esmaltadeiras	617 pares 0,6Kg	S04	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A099	1/2Luvas couro	esmaltadeira	84pares=8Kg	S04	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A010	Luvas Pigmentadas	Escolha	800 Unid. 64Kg	S04	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A007	Esponja	Esmaltadeira (serigrafica)	200unid. 2Kg	S08	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A010	Toalhas	Geral	927 unid. 38Kg	S04	Classe I	E-07	Reciclagem externa
A010	Mascara	Geral	2.000 unid. 10Kg	S08	Classe III	E-07	Lixo municipal

A007	Protetor Auricular (Concha)	Geral	1 unid. 0,175Kg	S08	Classe III	E-07	Lixo Municipal
A007	Protetor Auricular	Geral	50 unid. 0,15Kg	S08	Classe III	E-07	Lixo Municipal
A010	Guarda-pó	Geral	67 unid. 21Kg	S08	Classe III		Lixo Municipal
A007	Aventais Napa	Esmaltadeira	2 unid. 0,288Kg	S08	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A007	Aventais	SET/ Lab.	3 unid. 0,85Kg	S08	Classe III	E-04	Lixo Municipal
A007	Telas serigraficas	Esmaltadeira	350 unid.	S08	Classe III	E-07	Lixo Municipal
A009	Cabo de vassoura	Geral	162unid.	S02	Classe III	E-02	Reciclagem externa
K201	Lixo Ambulatorial	Setor médico e ambulatório	4 Kg	SO8	Classe I	E-07	Incineração
A099	Entulho (material de construção, etc.)	Geral	30.000Kg	SO2	Classe III	E-02	Aterro Externo
A006	Diversos (Papel hig.guandanapo e limpeza da fábrica)	Geral	725Kg	S03	Classe III	E-03	Lixo Municipal
A001	Lixo Orgânico (resto de alimentos)	Refeitório	Sobra Alim. 390Kg Resíd. Cozinha 1.050Kg	S01	Classe III	E-01	Reciclagem externa/ Compostagem
F030	Óleo	Prensa	1.850L	S01	Classe I	E-01	Recuperado/fábrica
F030	Óleo MD 400-SAE10W	Geral	100L	S01	Classe I	E-01	Reciclagem externa
F030	Óleo BTE-26	Geral	86 L	S01	Classe I	E-01	Reciclagem externa
F030	Óleo MD 400-SAE 30	Motor	67 L	S01	Classe I	E-01	Reciclagem externa

De posse dos dados obtidos em cada um dos pontos definidos nos processos, pôde-se contabilizar o balanço de massa; o que entra o que sai e o que se perde em cada sub-processo, atividade ou tarefa.

A figura 7 mostra no setor de massa os resultados quantitativos que foram obtidos através do balanço de massa.

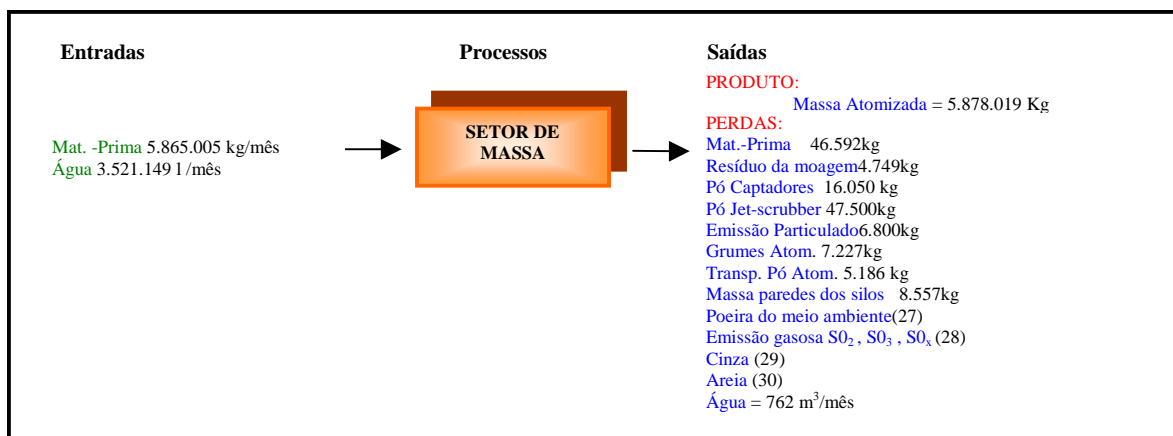


Figura 7- Balanço de massa total do setor de massa

Assim como foi feito o somatório para o setor de massa foram realizados para todos os outros setores, com seus respectivos resultados das análises feitas em laboratório.

Através das análises dos dados obtidos de cada setor, a equipe pode medir a quantidade de matéria-prima utilizada atualmente e a quantidade de matéria-prima real (sem perdas) para produzir 1m² de azulejo. Identificando também as perdas totais causadas no processo de fabricação dos produtos 15x15 e 15x20, conforme mostra a figura 8.

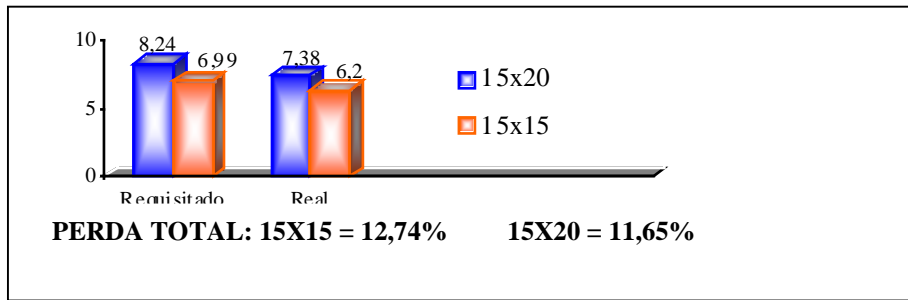


Figura 8- Consumo de matéria-prima para produzir 1 m² de azulejo

A figura 9 mostra os resultados do consumo médio da água consumida nos processos de lavagem dos setores e equipamentos. Através dessa figura (9) a equipe chegou aos seguintes resultados: para o processo de fabricação de azulejos (15x15 e 15x20) e no processo de lavagem são consumidos respectivamente 4,03 e 4,10 litros. Utilizando num total de 8,13 litros para a produção de 1m².

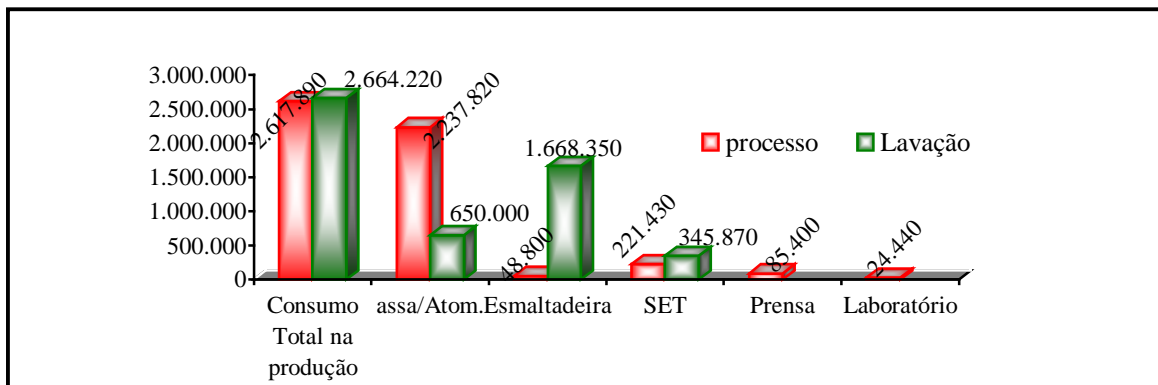


Figura 9- Consumo médio de água no processo cerâmico por setores (litro/mês)

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O método ICPM propôs uma rotina de atividades para a execução do mesmo e direciona as tarefas de modo concatenado, a fim de que o ICPM fosse aplicado e apresentasse os dados com suas respectivas análises.

Através dos dados obtidos no estudo, foram obtidas informações gerenciais relativas ao meio ambiente. Como verifica-se na tabela 4. Por exemplo: quantidade de cinza gerada no processo, como reutilizar ou qual o melhor destino desses subprodutos para que não provoque impacto ao meio ambiente; reutilização da massa atomizada, bolacha e o biscoito; recuperação do esmalte que cai nas valas do processo e das raspas de esmalte retirado nas peças com defeitos; reutilização dos azulejos com defeitos e quebrado no processo.

O ICPM buscou efetuar uma análise dos sistemas produtivos do processo cerâmico, quantificando as entradas e saídas de cada atividade correspondente a cada setor.

Com este levantamento de dados, chegou-se a um relevante banco de dados inerente a cada setor da empresa, tais como: Quantidade de matéria-prima que entra, sai e que se perde em cada setor, especificações das quantidades das perdas e retrabalho em cada atividade do processo, consumo de água necessário para cada processo de manufatura, e a



quantidade de água gasta para a limpeza dos setores, quantidade de resíduos sólidos, líquidos e gasosos gerados nos processos, identificação dos produtos (15 x 15, 15 x 20) os quais provocam maior perda de matéria-prima no processo de fabricação, visão macro e micro do mapeamento dos processos de cada setor com as quantidades de entradas, saídas e perdas de cada atividade.

Através desse banco de informação, a empresa poderá direcionar várias atividades para seu benefício, tais como:

- Direcionamento e otimização nos investimentos: econômicos, gerenciais e ambientais;
- Analisar e buscar o controle das perdas em todas as etapas do ciclo de vida de seus produtos;
- Formação de indicadores ambientais e gerenciais, tais como: perda de matéria-prima, bolacha, biscoito, e de esmalte, emissões de particulado, efluentes líquidos, entre outros;
- Conhecimentos das principais atividades críticas do processo, como por exemplo: quantidade de esmalte que perde-se nas valas das esmaltadeira; emissão de particulado para o meio ambiente, perda de massa atomizada nas prensas, entre outros;
- Bases de informação para o encaminhamento para ISO 14000;
- Bases de informação para o encaminhamento a ISO 14042/43;
- Busca de melhorias contínua do processo, como por exemplo, corrigindo os principais processos críticos (esmaltadeiras, prensa), treinamento dos funcionários para ter maior controle nas perdas do processo, etc;
- Auxiliar no alcance dos objetivos globais de redução de aquisição de matéria-prima;
- Avaliação de seus objetivos e metas ambientais, para a formulação do planejamento estratégico da empresa, reavaliação de seus projetos e processos e o estabelecimento de políticas de marketing em bases fundamentadas;
- Identificar alternativas de aperfeiçoamento ambiental de produtos e processos associados, bem como prover critérios básicos para declarações ambientais próprias ou programas de rotulagem ambiental (selos ambientais).

7. CONCLUSÃO

O ICV é um assunto que deve ser cada vez mais estudado e discutido, pois desempenha um papel fundamental para o conhecimento dos processos, redução dos impactos ambientais e melhoria dos processos industriais, visando a proteção do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida da população.

Com relação a método ICPM do estudo, verifica-se que a coleta de dados é bastante complexa e demanda tempo para coleta.

Através do ICPM buscou determinar e identificar as perdas no processo produtivo, as quais foram identificadas através do avanço nas etapas do método, os que resultaram na constatação dos pontos do processo em que ocorriam as maiores perdas dos materiais utilizados na fabricação de azulejos. Dentro de objetivo, buscou-se também identificar qual produto que seria responsável pela maior perda de material durante o processo de fabricação. Como resultado disso, concluiu-se que o azulejo 15 X 15 é o principal responsável pela perda no processo, o que resulta em um maior consumo de matéria-prima.

O método ICPM constitui uma plataforma para a comunicação e cooperação entre o pessoal interno, o pessoal de marketing que necessita compreender as implicações que um processo pode ter, e o pessoal do processo que deve entender qual os pontos críticos que precisam de maior atenção e cuidados durante a manufatura, visando assim, uma melhor utilização dos materiais, conservação dos recursos e a redução dos impactos, colocados pelos materiais e processos ao longo do ciclo de vida da fabricação dos produtos.



Outro diferencial importante deste método é o número de informações que podem ser obtidas, tais como quantificação das perdas por sub-processo ou atividades de cada setor; quantificações das entradas e saídas e especificações dos resíduos resultantes dos processos, assim como a especificação de quanto de matéria-prima e recursos são necessários para produzir 1m² de azulejos.

Através destas informações, deve-se perseguir a redução dos desperdícios de materiais, energia e água, pois isso acarreta uma seqüência de benefícios para o meio ambiente, tais como: a redução dos retrabalhos nos processos, mesmo que o material e reprocessado, consomem novamente energia, água, mão-de-obra, e insumos; redução dos materiais extraídos dos mesmos; redução dos materiais descartados nos aterros, prolongando assim a vida desses aterros; e a redução das emissões atmosféricas e resíduos líquidos ao meio ambiente.

8. BIBLIOGRAFIA

CHEHEBE, José Ribamar B., Análise do ciclo de vida de produtos - ferramenta gerencial da ISO 14000, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

CHOI, Ahelstan K. Y., A Screening Method for Life-Cycle Inventory Analysis for Industrial Material. Dissertação de Mestrado. University of Windsor, 1994.

CURRAN, May A., Broad-Based Environmental Life Cycle Assessment, Environmental Sciences & Technology, Vol.27. No. 3, 1993.

ISO 14040 – Environmental Management – Life cycle assessment – Principles and Framework. Geneve, 1997.

GRAEDEL, T. E. e ALLENBY, Industrial ecology, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.

LAVE, Lester B. et al., Using Input-Output Analysis to Estimate Economy-wide Discharges, Environmental Sciences & Technology, Vol.29, No. 9, 1995.

NBR ISO 14040. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – princípios e estruturas. Nov. 2001.

SETAC. Guidelines for Life-cycle Assessment: a “Code of practice”, 1993