

Análise do Ciclo de Vida Setorial de Placas Cerâmicas

**G. Benveniste^a, C. Gazulla^a, P. Fullana^a, I. Celades^b, T. Ros^b,
R. Moliner^b, V. Zaera^c, B. Godes^c**

^a*Grupo de Pesquisa em Gestão Ambiental – GiGa, Escola Superior de Comércio Internacional – ESCI, Universitat Pompeu Fabra – UPF, CEP 08018, Barcelona, Espanha*

^b*Instituto de Tecnologia Cerâmica – ITC, Associação de Pesquisa das Indústrias Cerâmicas – AICE, Universitat Jaume I, CEP 12004, Castellón, Espanha*

^c*Associação Espanhola de Fabricantes de Azulejos e Pisos Cerâmicos – ASCER, Castellón, Espanha*

Resumo: As placas cerâmicas, como qualquer produto de origem industrial, geram impactos ambientais ao longo de todo seu ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas até a valorização ou eliminação final do produto, passando por sua distribuição, uso e manutenção. É fundamental conhecer a magnitude e natureza destes impactos para poder centrar os esforços de redução e assim melhorar a sustentabilidade do produto frente a outros produtos emergentes e materiais competitivos. Para isto, este estudo propõe a realização de uma Análise de Ciclo de Vida (ACV) da placa cerâmica a nível setorial com a finalidade de se obter valores de referência cientificamente válidos e objetivos sobre as diferentes cargas ambientais das placas cerâmicas. A metodologia de trabalho seguida para a elaboração da ACV tem por base as normas de referência UNE EN ISO 14040:2006 e UNE EN ISO 14044:2006. No processo de obtenção dos dados de inventário necessários para a realização do ACV participaram mais de 50 empresas espanholas do setor cerâmico (fabricantes de produto acabado, atomizado, esmaltes, etc.). Para completar os dados relativos às outras etapas do ciclo de vida da placa foi utilizada informação bibliográfica e a base de dados do aplicativo GaBi da PE International. Por outro lado, neste mesmo estudo foi feita a redação das Regras de Categoria de Produto (RCP) para as placas cerâmicas, de modo que estas podem ser utilizadas para o desenvolvimento das Declarações Ambientais de Produto (DAP). Na redação das RCP foram seguidas as normas UNE EN ISO 14025 e ISO 21930. Estas RCP serão desenvolvidas sob o sistema DAPc (promovido pela Generalitat da Catalunha e pelo CAATEB) e uma vez que sejam aprovadas as empresas do setor cerâmico poderão aprová-las para obter uma eco-etiqueta do tipo III que pode ser verificada por um terceiro.

Palavras-chave: revestimentos cerâmicos, ciclo de vida, impacto ambiental.

1. Introdução

A fabricação de placas cerâmicas, como em qualquer produto de origem industrial, gera uma série de impactos ambientais durante todo seu ciclo de vida. Uma metodologia que permite analisar e avaliar estes impactos para centrar esforços em sua redução e, ao mesmo tempo a sustentabilidade do produto, é a Análise de Ciclo de Vida (ACV). Vale a pena ressaltar que a informação obtida neste tipo de trabalho permite melhorar a competitividade de um produto frente a outros produtos alternativos ou emergentes. Além disso, o enfoque do ciclo de vida é a aproximação mais adequada para esta finalidade, pois permite tratar os aspectos ambientais além dos limites locais dos sistemas analisados, evitando possíveis deslocamentos ao longo dos processos da cadeia de produção ou de distintas categorias de impacto¹.

Assim, por exemplo, frequentemente determinadas soluções construtivas são apresentadas como “ecológicas” porque concretamente melhoram aspectos ambientais em determinadas etapas do ciclo de vida dos edifícios – como pode ser a sua fabricação. No entanto, quando são analisadas de um modo mais integrado e são consideradas outras etapas do ciclo de vida – como sua utilização, manutenção ou disposição final – estas soluções perdem suas vantagens em relação a outras. Portanto, o enfoque do ciclo de vida ajuda à tomada de decisões com rigor científico na hora de se escolher as melhores tecnologias disponíveis e assim minimizar desde o projeto inicial o impacto ambiental dos produtos^{1,2}.

Para a realização da ACV há uma fase crítica, que é a obtenção dos dados de inventário sobre o processo de fabricação das placas

cerâmicas, e no processo de coleta de toda esta informação participaram mais de 50 empresas espanholas do setor de revestimentos cerâmicos (fabricantes de produto acabado, atomizado, esmaltes, etc.). As empresas participantes representam ao redor de 40% da produção de revestimentos e ao redor de 50% da produção de grânulo atomizado em relação ao total da produção do setor. Para completar os dados relativos às outras etapas do ciclo de vida de uma placa (uso e gestão de resíduos) e a processos genéricos (produção de eletricidade, combustíveis, transportes,...) foi usada informação bibliográfica e a base de dados do aplicativo GaBi da PE International¹.

Com toda esta informação pretende-se obter valores de referência cientificamente válidos e objetivos sobre as cargas ambientais de uma placa cerâmica durante todo seu ciclo de vida. Na realização deste estudo foram aplicadas as normas ISO sobre ACV (UNE EN ISO 14040:2006 e UNE EN ISO 14044:2006). Uma aplicação da ACV é a elaboração das Declarações Ambientais de Produto (DAP ou EPD, em inglês), também chamadas eco-etiquetas do tipo III, que são baseadas em estudos de ACV e permitem a divulgação e difusão de informação ambiental quantificada sobre o ciclo de vida de um produto^{3,4}.

Para que as DAP realizadas por diferentes fabricantes sejam coerentes entre si é fundamental que sigam as mesmas diretrizes sobre como aplicar a metodologia da ACV. Estas diretrizes recebem o nome de Regras de Categoria de Produto (RCP) que, entre outras coisas, determinam como deve ser a unidade funcional, as categorias de

impacto, as etapas do ciclo de vida ou a qualidade dos dados. Uma vez desenvolvidas as RCP as empresas, de forma independente, poderão elaborar estudos de ACV e Declarações Ambientais de Produto de seus produtos individuais^{1,2}.

A redação das RCP é outra das tarefas do presente estudo, e para isto estão sendo seguidas as normas UNE EN ISO 14025 e ISO 21930. As RCP serão desenvolvidas sob o sistema DAPc (promovido pela Generalitat da Catalunya e por CAATEB, Colégio de Construtores, Arquitetos Técnicos e Engenheiros de Barcelona), o primeiro de eco-etiquetagem de produtos de construção na Espanha. Uma vez aprovadas, as empresas do setor poderão aplicá-las para poder obter uma eco-etiqueta tipo III verificada por um terceiro.

Desta forma, os objetivos do presente estudo são obter valores de referência cientificamente válidos e objetivos sobre as cargas ambientais de uma placa cerâmica pela realização de uma Análise de Ciclo de Vida (ACV), e redigir as Regras de Categoria de Produto (RCP) aplicáveis às placas cerâmicas de modo que estas possam ser utilizadas para o desenvolvimento das Declarações Ambientais de Produto (DAP).

2. Metodologia de Análise de Ciclo de Vida

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta válida para determinar os impactos ambientais de um produto ou atividade. A ACV permite identificar, classificar e quantificar os efeitos que qualquer produto apresenta sobre o meio-ambiente, desde a extração das matérias-primas que o constituem até que se converta em um resíduo (por esta razão também é conhecida como a análise desde o “berço até a tumba”). Para isto, é necessário desenvolver um balanço material e energético do sistema analisado e identificar as entradas e saídas até o meio-ambiente, para posteriormente identificar os diversos impactos ambientais que podem causar^{1,2}.

A norma UNE EN ISO 14040 define a ACV como

“[...] uma técnica para determinar os aspectos ambientais e os potenciais impactos associados a um produto: compilando um inventário das entradas e saídas relevantes do sistema, avaliando os potenciais impactos associados a estas entradas e saídas, e interpretando os resultados das fases de inventário e impacto em relação aos objetivos do estudo.”³ (Figura 1).

A ACV estrutura-se em quatro grandes fases²:

- Definição dos objetivos e alcance do estudo: nesta fase descreve-se o que será estudado, por que, e como. Devem ser definidas as razões que levaram à realização do estudo e como os resultados serão utilizados. Além disto, deve-se detalhar o alcance do estudo pela definição, entre outros aspectos, da unidade funcional (quantificação da função do produto), o

sistema a ser analisado, seus limites, as hipóteses assumidas, as categorias de impacto a serem consideradas ou as limitações existentes;

- Análise de inventário: trata-se de um processo técnico de coleta de dados para quantificar as entradas e saídas do sistema, ou seja, energia e materiais consumidos, emissões ao meio-ambiente e co-produtos resultantes durante todo o ciclo de vida do produto. Deve-se chegar até os fluxos elementares, ou seja, as entradas e saídas diretas ao meio-ambiente;
- Avaliação de impactos: identificação e caracterização dos efeitos sobre o meio-ambiente do sistema estudado. Em primeiro lugar, as entradas e saídas do inventário são classificadas segundo a categoria do impacto que podem afetar. Em seguida, as substâncias são caracterizadas, ou seja, convertidas em uma unidade de medida comum em função de seu grau de contribuição à correspondente categoria de impacto. Opcionalmente, os resultados podem ser normalizados em relação aos impactos produzidos em um sistema maior (determinada zona geográfica) e ponderados (segundo a importância relativa de cada categoria de impacto até agregar os resultados em um único valor);
- Interpretação: avaliação dos resultados do inventário e/ou da avaliação dos impactos em relação aos objetivos e alcance definidos para o estudo, com o intuito de se chegar a uma série de conclusões e recomendações.

A ACV é utilizada normalmente para identificar os principais elementos de um sistema que deveriam ser melhorados para diminuir seu impacto ambiental global, e isto permite otimizar os esforços destinados a tal fim. Também é comum utilizar esta ferramenta para comparar alternativas ou para estimar efeitos potenciais que uma mudança pode ter no projeto de um produto ou sistema. Finalmente, outra das aplicações mais comuns da ACV é o cálculo da marca de carbono (*carbon footprint*) dos produtos ou serviços, determinada a partir do Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential, GWP*), que quantifica a quantidade de emissões totais de gases de efeito estufa associadas ao sistema analisado, sendo a unidade de medida kg de dióxido de carbono equivalentes (CO₂eq.)^{1,2,5}.

3. Resultados: Ciclo de Vida de Placas Cerâmicas para Revestimento

Considerando que o objetivo de estudo de um ACV consiste em “conhecer a magnitude e natureza dos impactos ambientais gerados pelas placas cerâmicas durante seu ciclo de vida”, deve-se ter em conta os tipos de placas fabricadas majoritariamente na Espanha,

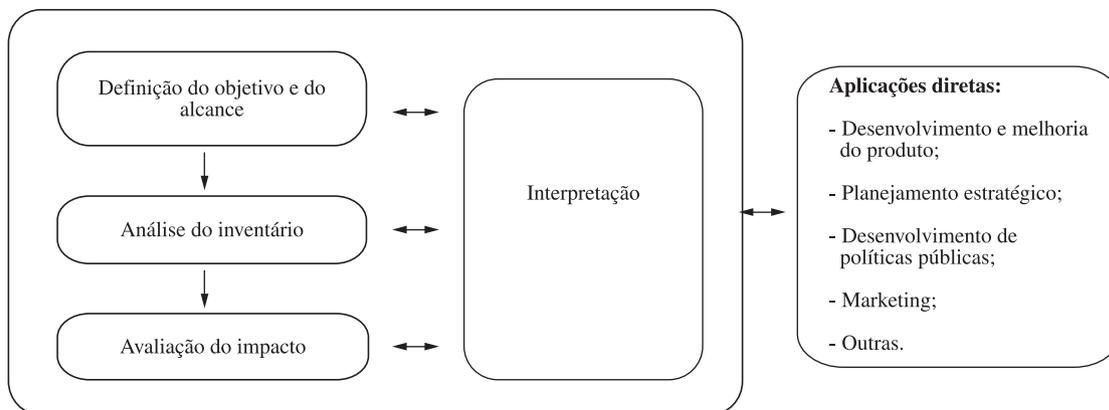


Figura 1. Etapas de uma análise de ciclo de vida³.

assim como as principais técnicas de produção existentes. No presente estudo foram analisados todos os tipos de placas cerâmicas de maior produção no território espanhol para desta forma obter-se o perfil médio característico do setor. As placas estudadas foram:

- Azulejo de massa vermelha ou branca (denominados AR ou AB);
- Grés esmaltado de massa branca ou massa vermelha (denominados GEB ou GER);
- Grés porcelânico (denominado GP).

Neste estudo, a unidade funcional será de tipo físico e consistirá de 1 m² de placa cerâmica.

Os limites do sistema determinam o que se inclui no sistema estudado e o que está fora. Normalmente, são excluídas do estudo aquelas etapas previstas como não significativas (Figura 2)^{1,5}. Este estudo analisa o ciclo de vida completo de todas as placas cerâmicas estudadas, incluindo a extração das matérias-primas, seu transporte, a fabricação do produto, sua distribuição até o ponto de consumo e a gestão de seus resíduos.

Os elementos que estão fora do sistema analisado são:

- A produção do maquinário e equipamento industrial, devido à dificuldade em inventariar todos os bens implicados e também porque a comunidade de ACV considera que o impacto ambiental por unidade de produto é baixo em relação aos demais processos que são incluídos;
- Consumo de energia ou emissões produzidas pelas placas em sua etapa de utilização, ou seja, uma vez colocadas, pois os impactos ambientais associados a esta etapa são desprezíveis tanto em massa como em energia ou em importância ambiental; no entanto, serão levados em conta parâmetros como os impactos gerados pelos materiais durante a colocação da placa sobre o pavimento;
- O processo de reciclagem dos diversos resíduos gerados durante o ciclo de vida das placas cerâmicas devido ao método aplicado de alocação de cargas.

3.1. Análise de inventário

Para cada fase do ciclo de vida das placas cerâmicas foram coletados dados de entrada e saída de materiais, consumos energéticos, emissões e resíduos produzidos. Os dados coletados correspondem à informação disponível em formulários que as empresas compilaram, e a dados de inventário presentes no aplicativo de cálculo GaBi 4 da empresa PE International⁶. A Tabela 1 resume as características dos produtos analisados.

3.1.1. Fase A: fabricação

A Tabela 2 resume os valores médios de composição das principais matérias-primas para uma placa cerâmica genérica. As matérias-primas provêm de diferentes origens: provinciais, nacionais, europeias e outras. Para avaliar o impacto ambiental provocado pela fase de transporte das matérias-primas, o modelo criado permite selecionar o tipo de transporte e a distância em função da origem de cada matéria-prima.

Outro ponto a ser considerado na fase de fabricação é o consumo energético (elétrico e térmico). Setorialmente, o combustível mais utilizado para gerar energia térmica é o gás natural nas etapas de atomização, secagem e queima. Uma parte das empresas entrevistadas dispõe de plantas de co-geração, onde se gera, além de calor, determinada quantidade de energia elétrica que é vendida ao gestor de energia elétrica. Esta produção é considerada como uma carga evitada no sistema, pois uma parte da eletricidade consumida é reintroduzida.

Durante o ciclo de fabricação de placas cerâmicas é necessário inventariar as emissões produzidas diretamente. Deste modo, foram determinados experimentalmente valores setoriais representativos das emissões atmosféricas procedentes de diferentes etapas do processo, incluindo as emissões produzidas pela combustão de gás natural e as

Tabela 1. Massas de cada tipo de placa (kg.m⁻²).

	GP	AB	AR	GEB	GER
Massa final da placa (kg.m ⁻²)	23	17	17	20	20

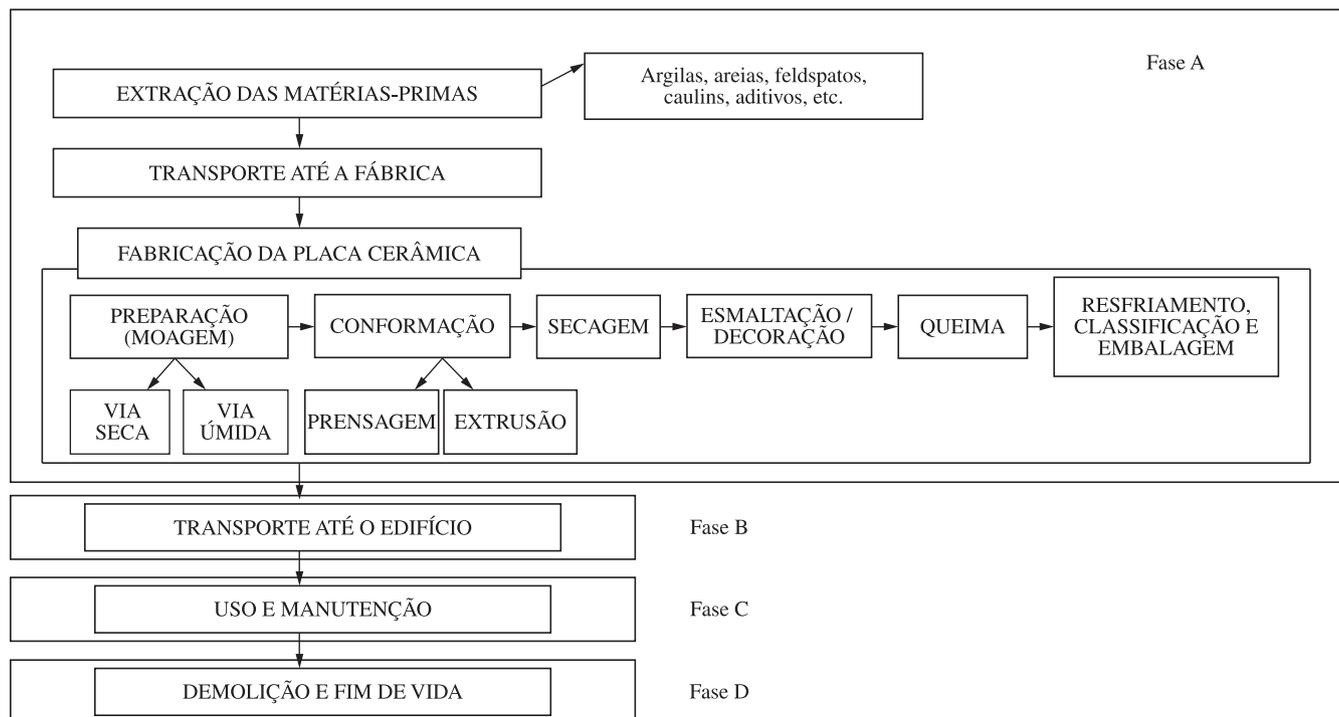


Figura 2. Ciclo de vida das placas cerâmicas.

emissões produzidas pelos transportes. O modelo também permite calcular as emissões não-diretas, ou seja, não identificadas pelo setor e que podem ter origem na fabricação de determinadas matérias-primas ou na produção de energia primária.

As emissões de água não foram estimadas, pois no caso das indústrias de revestimentos cerâmicos é prática comum a reciclagem direta da mesma por uma gestão interna e/ou externa na etapa de preparação das matérias-primas, tal como ocorre com os resíduos de produtos não-queimados gerados no próprio processo. Os resíduos queimados (cacos) devem ser submetidos a uma trituração prévia antes da reciclagem na etapa de preparação de matérias-primas.

As últimas etapas do processo de fabricação são a classificação e a embalagem, e nesta última são utilizados papelão, película de polietileno e paletes. O modelo prevê a quantificação da embalagem para cada tipo de placa, sua produção, e sua chegada à planta de produção das placas.

3.1.2. Fase B: transporte

O setor cerâmico produz placas que são comercializadas em todo o mundo; estima-se que a produção de placas seja destinada às seguintes regiões, Tabela 3:

Gestão dos resíduos de embalagens: os principais resíduos gerados no processo de fabricação das placas cerâmicas correspondem às águas residuais, resíduos de produto queimado e não-queimado e resíduos de embalagens. Os primeiros são quase inteiramente reintroduzidos na fase de produção da placa. No entanto, a gestão de resíduos de material de embalagem é competência do cliente que recebe a mercadoria e, portanto, devem ser aplicadas as normativas e estatísticas representadas no cenário do receptor. Deste modo, para realizar a análise desta fase foram utilizados os seguintes modelos com três cenários distintos: gestão de resíduos na Espanha, na Europa e nos demais países. Para a realização dos modelos foi utilizada a média dos dados de coleta seletiva dos diversos tipos de resíduos (dados do Plano Nacional Integrado de Resíduos, Eurostat)⁷, Tabela 4.

3.1.3. Fase C: colocação e manutenção

Para colocação manual das placas, considerou-se que foi utilizada argamassa adesiva. Neste modelo, foi considerada a atividade de limpeza durante a fase de uso, pois a limpeza geralmente é uma atividade que depende muito do consumidor final e do tipo de uso a que se destina a placa (residencial, comercial ou sanitário). Portanto, o estudo da fase de limpeza deve ser tratado em um estudo de sensibilidade mais exaustivo.

De forma geral, foi estimado um tempo médio de vida útil de 50 anos, segundo a UNE EN 14411: 2007 Placas cerâmicas: Definições, classificação, características e marcação⁸.

3.1.4. Fase D: demolição e fim de vida

Esta fase pertence à atividade de demolição e posterior gestão dos resíduos sólidos gerados, sendo considerada como o final da vida útil da placa cerâmica. Tendo-se em conta que as placas representam 0,32% da massa total de um edifício, o consumo energético associado a sua remoção pode ser, portanto, desprezado. No entanto, uma vez demolido o edifício, considerou-se que as placas são depositadas em aterros como um material de construção inerte, como é indicado no informe do Plano Nacional Integrado de Resíduos (2006, Anexo 6, Resíduos da Construção)⁷. Foram considerados os impactos ambientais deste tipo de gestão e aqueles associados ao transporte do material de demolição até o aterro (50 km).

3.2. Avaliação do impacto

As categorias de impacto ambiental escolhidas estão entre as recomendadas pelo guia operativo de aplicação das normas ISO de ACV, Tabela 5⁹.

Além disso, foram incluídos na análise os seguintes indicadores: consumo de energia primária (MJ), dado pela quantidade de energia, renovável e não-renovável, obtida diretamente do meio sem que tenha sido submetida a nenhum processo de conversão; e consumo de água (kg).

Tabela 2. Composição média de uma placa cerâmica genérica.

Matéria-prima	Argilas	Areias	Carbonatos	Feldspatos	Caulins	Aditivos	Esmaltes	Material reciclado
Percentual sobre a massa final (%)	60	7	2	17	1,7	0,7	4	7

Tabela 3. Destinação das placas cerâmicas⁵.

Destino	Meio de transporte e distância	Percentual de peças (%)
Espanha	Caminhão de 27 t, 500 km	47
Europa	Caminhão de 27 t, 2000 km	28
Demais países	Cargueiro transoceânico, 5000 km	25

Tabela 4. Gestão de resíduos por área geográfica.

Tipo de gestão de resíduos	Espanha (%)	Europa (%)	Mundo (%)
Percentual de papelão incinerado	20	2	20
Percentual de papelão descartado	10	24	10
Percentual de papelão reciclado	70	74	70
Percentual de película de PE incinerada	14	26	10
Percentual de película de PE descartada	66	47	70
Percentual de película de PE reciclada	20	27	20
Percentual de palete incinerado	47	20	20
Percentual de palete descartado	9	42	50
Percentual de palete reciclado	44	38	30

Na avaliação os dados individuais foram tratados confidencialmente e foram utilizados para calcular valores médios representativos do setor e de seus produtos mais relevantes (azulejo, grés esmaltado e grés porcelânico). Para completar os dados relativos a outras etapas

do ciclo de vida de uma placa (uso e gestão de resíduos) e a processos genéricos (produção de eletricidade, combustíveis, transportes, etc.) foi utilizada informação bibliográfica e a base de dados do aplicativo GaBi da PE International⁶. Na Figura 3 são indicadas as

Tabela 5. Indicadores de impacto utilizados.

Categoria de impacto	Esgotamento de recursos abióticos (ADP)
Resultado do inventário	Extração de minerais e combustíveis fósseis (em kg)
Modelo de caracterização	Aproximação que considera a concentração de reservas e o ritmo de extração
Indicador de categoria	Esgotamento das reservas máximas em relação ao uso anual do recurso
Fator de caracterização	Potencial de esgotamento para cada extração de minerais e combustíveis fósseis (kg de Sb equivalente/kg extraído)
Resultado do indicador	kg de Sb equivalente
Categoria de impacto	Acidificação (AP)
Resultado do inventário	Emissão de substâncias acidificantes (em kg)
Modelo de caracterização	Modelo RAINS10 adaptado ao ACV e desenvolvido por IIASA*, descrevendo o destino e a deposição das substâncias acidificantes
Indicador de categoria	Carga crítica de deposição/acidificação
Fator de caracterização	Potencial de acidificação de cada emissão ácida (kg de SO ₂ equivalente/kg de emissão ácida)
Resultado do indicador	kg de SO ₂ equivalente
Categoria de impacto	Aquecimento global (GWP)
Resultado do inventário	Emissões atmosféricas de gases de efeito estufa (em kg)
Modelo de caracterização	Modelo desenvolvido pelo IPCC (Painel intergovernamental de mudança climática) que define o potencial de aquecimento de diversos gases de efeito estufa
Indicador de categoria	Densidade de fluxo de energia infravermelha radiante (W.m ⁻²)
Fator de caracterização	Potencial de aquecimento global de cada gás de efeito estufa em um horizonte temporal de 100 anos (kg de CO ₂ equivalente/kg de gás de efeito estufa)
Resultado do indicador	kg de CO ₂ equivalente
Categoria de impacto	Formação de foto-oxidantes (POPC)
Resultado do inventário	Emissão de substâncias (VOC, CO) ao ar (em kg)
Modelo de caracterização	Modelo UNECE (Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa)
Indicador de categoria	Formação de ozônio troposférico
Fator de caracterização	Potencial de criação de ozônio fotoquímico de cada emissão de VOC ou CO ao ar (kg de etileno equivalente/kg de emissão foto-oxidante)
Resultado do indicador	kg de etileno (C ₂ H ₄) equivalente
Categoria de impacto	Potencial de esgotamento de ozônio estratosférico (ODP)
Resultado do inventário	Emissão de substâncias ao ar (em kg)
Modelo de caracterização	Modelo Solomon e Albritton, 1992, para as “Guias Nórdicas para Determinação de Ciclo de Vida”, Nord 1995:20 ¹⁰
Indicador de categoria	Esgotamento de ozônio estratosférico
Fator de caracterização	Potencial de esgotamento de cada emissão ao ar (kg de R11 equivalente/kg de emissão)
Resultado do indicador	kg de triclorofluormetano (R11) equivalente
Categoria de impacto	Eutrofização (EP)
Resultado do inventário	Emissão de nutrientes ao ar, água ou solo (em kg)
Modelo de caracterização	Processo estequiométrico para determinar a equivalência entre nitrogênio e fósforo tanto em sistemas terrestres como aquáticos
Indicador de categoria	Deposição de nitrogênio/fósforo na biomassa
Fator de caracterização	Potencial de eutrofização de cada emissão eutrofizante ao ar, água ou solo (kg de PO ₄ equivalente/kg de emissão eutrofizante)
Resultado do indicador	kg de PO ₄ equivalente

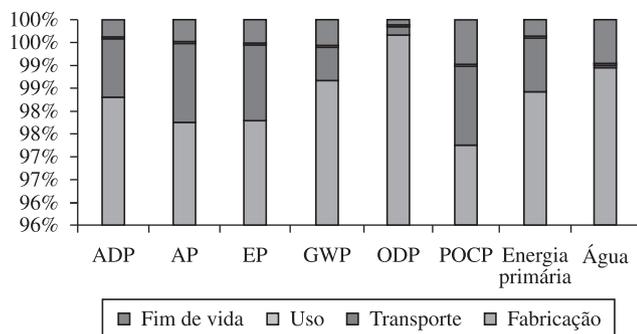


Figura 3. Contribuições das diferentes fases do ciclo de vida nas categorias de impacto.

contribuições de cada fase nos valores totais dos indicadores descritos anteriormente. Estes resultados correspondem a uma placa genérica, uma média dos cinco tipos de placas estudadas.

Neste modelo não foi considerada a atividade de limpeza durante a fase de uso, tal como descrito anteriormente. Portanto, o estudo da fase de limpeza pode gerar impactos que afetarão significativamente os valores indicados na Figura 3 e sua inclusão deveria ser tratada em um estudo de sensibilidade mais exaustivo.

Como pode ser observado, a fase que mais influi nos indicadores ambientais é a da fabricação, e é nesta fase onde deveriam ser centrados os esforços para diminuir os impactos ambientais, pois estão ao alcance do produtor. Além disto, torna-se necessário indicar que no período de vida considerado não foram contemplados os impactos associados à substituição das placas (fase de uso), e isto implica em uma economia nos potenciais impactos provocados pela substituição do material.

3.3. Exploração dos resultados da ACV e redação das regras de categoria de produto para recobrimentos de materiais cerâmicos

As Declarações Ambientais de Produto (DAP), também chamadas EPD ou eco-etiquetas tipo III segundo a classificação ISO¹¹, facilitam a comunicação objetiva, comparável e crível do comportamento ambiental dos produtos. As DAP não oferecem critérios sobre a preferência ambiental de um produto nem estabelecem requisitos mínimos a serem cumpridos. No entanto, o fato de se estudar um produto em profundidade sempre leva à detecção de alternativas de melhoria. Geralmente, a informação contida em uma DAP foi verificada por um terceiro independente, e consiste em dados relevantes sobre os impactos ambientais gerados por um produto durante seu ciclo de vida (categorias de impacto, o consumo de matérias-primas, produção de emissões e resíduos relevantes).

A informação contida em uma DAP é baseada em estudos de ACV e permite a divulgação e difusão quantificada de estudos ambientais sobre o ciclo de vida de um produto. Para que as DAP realizadas por diversos fabricantes sejam coerentes entre si é fundamental que sigam as mesmas diretrizes sobre como aplicar a metodologia da ACV. Estas diretrizes recebem o nome de Regras de Categoria de Produto que, entre outras coisas, determinam como deve ser a unidade funcional, as categorias de impacto, as etapas do ciclo de vida ou a qualidade dos dados.

Outro objetivo do estudo em andamento é a redação das Regras de Categoria de Produto (RCP) para as placas cerâmicas, que podem ser utilizadas para o desenvolvimento das Declarações Ambientais de Produto (DAP). Na redação das RCP estão sendo utilizados os resultados do estudo da ACV setorial, segundo as normas UNE EN ISO 14025¹¹ e ISO 21930⁹ e o rascunho prEN 15804¹², e além

disto, a opinião das empresas do setor. Finalmente, também serão considerados os documentos de RCP de produtos similares realizados em outros países.

Uma vez escritas as RCP, as empresas, de modo independente, poderão elaborar estudos de ACV e Declarações Ambientais de Produto de seus produtos individuais.

4. Conclusões

Neste estudo foi realizada a Análise de Ciclo de Vida (ACV) de placas cerâmicas para revestimento a nível setorial na Espanha com finalidade de se obter valores de referência cientificamente válidos e objetivos sobre as diferentes cargas ambientais deste produto. A elaboração da ACV teve por base normas de referência e no processo de obtenção dos dados de inventário participaram mais de 50 empresas espanholas do setor cerâmico, sendo que também foi utilizada informação bibliográfica e uma base de dados.

Como resultado, foi feita a redação das Regras de Categoria de Produto (RCP) para as placas cerâmicas, de modo que estas podem ser utilizadas para o desenvolvimento das Declarações Ambientais de Produto (DAP) pelas empresas participantes do projeto, e uma vez que as Regras de Categoria de Produto (RCP) sejam aprovadas pelo governo, as empresas do setor cerâmico espanhol poderão aprová-las para obter uma eco-etiqueta do tipo III que pode ser verificada por um terceiro.

Finalmente, percebe-se que a fase que mais influi nos indicadores ambientais é a da fabricação, e é nesta fase onde deveriam ser centrados os esforços para diminuir os impactos ambientais, pois estão ao alcance do produtor cerâmico.

Agradecimentos

Para o presente estudo colaborou a Associação Espanhola de Fabricantes de Azulejos e Pavimentos Cerâmicos (ASCER) por meio de seus associados, a partir do acordo de colaboração com o ITC e o GiGa, com financiamento do projeto intitulado “Análise do ciclo de vida das placas cerâmicas” segundo os Planos Setoriais de Competitividade, período 2008-2009, financiado pela Generalitat Valenciana por meio do IMPIVA, com expediente nº IMPCNC/2008/124 e fundos FEDER.

Referências

1. FULLANA P. et al. **Guía de Aplicación Ecojoguina**. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 2009.
2. FULLANA, P.; PUIG, R. **Análisis del Ciclo de Vida**. Barcelona: Ed. Rubes. 1997.
3. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN – AENOR. **UNE-EN ISO 14040:2006**: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. ISSO, 2006.
4. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN – AENOR. **UNE-EN ISO 14044:2006**: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices. ISSO, 2006.
5. MINGUILLÓN BENGOCHEA, M. C. **Composición y fuentes del material particulado atmosférico en la zona cerámica de Castellón**: impacto de la introducción de las mejores técnicas disponibles. 2007. Tesis (Doctoral) - Universitat Jaume I, Castellón, 2007.
6. GABI SOFTWARE. Disponível em: <<http://www.gabi-software.com/gabi/gabi-4/>>.
7. ESPANHA. Ministerio de Medioambiente. **Plan Nacional Integrado de Resíduos - PNIR 2007-2015**. Madri, 2006.
8. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN – AENOR. **UNE EN 14411**: 2004: baldosas cerâmicas. Definiciones, clasificación, características y marcado. AENOR, 2004.
9. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 21930:2007**: Sustainability in building construction: Environmental declaration of building products. ISO, 2007.

10. SOLOMON, S.; ALBRITTON, D. L. **Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, Nordic council of Ministers**. Copenhagen, 1992.
11. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN – AENOR. **UNE-ISO 14025:2007**: Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos. AENOR, 2007.
12. prEN 15804:2008 Sustainability of construction Works. Environmental product declarations: Product category rules.