Cobre: essencial para um mundo sustentável

Declaração ambiental de produto (EPD) para tubos de cobre

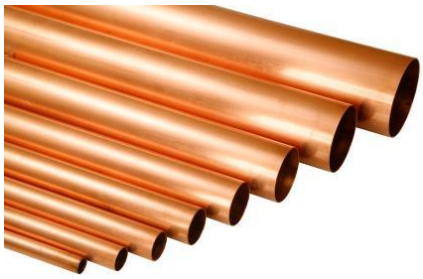
Conforme ISO 14025

International Copper Association Brazil
Copper Alliance

DECLARAÇÃO AMBIENTAL DO PRODUTO (EPD)

TUBOS DE COBRE FABRICADOS NO BRASIL

TUBOS DE COBRE FABRICADOS POR COMPANHIAS MEMBRO DA INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION BRAZIL



International Copper Association Brazil

A International Copper Association Brazil é uma organização sem fins lucrativos com a missão de defender e promover o mercado do cobre com base em seu melhor desempenho técnico e sua contribuição para a qualidade de vida em todo o mundo. A ICA Brazil (Procobre) promove o uso de produtos de cobre através de normas técnicas, marketing, educação, reciclagem e ações sobre políticas públicas que influenciam o uso dos produtos.

Como uma associação de produtores e fabricantes de produtos de cobre, os tubos de cobre produzidos pela Paranapanema e pela Termomecânica são um dos nossos produtos-alvo.

A ICA Brazil e seus membros estão totalmente empenhados em criar e manter um ambiente mais limpo e mais seguro através de um programa de ACV e iniciativas semelhantes.

Para mais informações, visite o site www.procobre.org.

UL CERTIFIED ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION UL.COM/EPD

DECLARAÇÃO AMBIENTAL DO PRODUTO

International Copper Association Brazil

Tubo de Cobre

Conforme com a ISO 14025

Esta declaração é uma Declaração Ambiental do Produto (EPD), conforme com a norma ISO 14025. As EPDs dependem das Avaliações do Ciclo de Vida (ACV) que fornecem informações sobre diversos impactos ambientais dos produtos ao longo do seu ciclo de vida. Exclusões: As EPDs não indicam que sejam cumpridas todas as referências de desempenho ambiental ou social, podendo haver impactos que elas não abrangem. As ACVs não costumam abordar os impactos ambientais específicos do local de extração da matéria-prima, nem pretendem avaliar a toxicidade à saúde humana. As EPDs podem complementar, mas não podem substituir ferramentas e certificações projetadas para lidar com esses impactos e/ou estabelecerem limiares de desempenho - por exemplo, certificações Tipo 1, avaliações e declarações de saúde, avaliações de impacto ambiental, etc. Precisão dos Resultados: Geralmente, as EPDs dependem das estimativas dos impactos. O nível de precisão da estimativa de um efeito difere para cada linha de produto e impacto relatado. Comparabilidade: As EPDs não são afirmações comparativas nem comparáveis, nem tem comparabilidade limitada quando cobrirem diferentes estágios do ciclo de vida, ou forem baseadas em diferentes regras para as categorias de produtos, ou lhes faltarem impactos ambientais relevantes.

OPERADOR DO PROGRAMA	Fornecido pela UL
TITULAR DA DECLARAÇÃO	Fornecido pela UL
NÚMERO DA DECLARAÇÃO	Fornecido pela UL
PRODUTO DECLARADO	
PCR DE REFERÊNCIA	Fornecido pela UL
DATA DE EMISSÃO	Fornecido pela UL
PRAZO DE VALIDADE	Fornecido pela UL
CONTEÚDO DA DECLARAÇÃO	Definição do produto e informações sobre sua construção física Informações sobre os materiais básicos e sua origem Descrição da fabricação do produto Indicação de processamento do produto Informações sobre as condições de utilização Avaliação dos resultados do ciclo de vida Resultados dos testes e verificações
A revisão do PCR foi realizada por:	Fornecido pela UL
	Fornecido pela UL
	Fornecido pela UL
Esta declaração foi verificada de forma independente, de acordo com a ISO 14025 pelo Underwriters Laboratories ☐ INTERNAMENTE ☒ EXTERNAMENTE	
	Fornecido pela UL
A avaliação do ciclo de vida subjacente foi criticamente revista de acordo com os requisitos da norma ISO 14044 e verificada com a PCR de referência pelo:	
	Fornecido pela UL

International Copper Association Brazil

Tubo de Cobre

Conforme com a ISO 14025

Produto

Descrição do Produto

Os tubos de cobre são fabricados com liga de cobre C12200, com teor mínimo de cobre mais prata de 99,90%, e fósforo entre 0,015% e 0,040%. Os resultados representam a média ponderada da produção de tubos de cobre de duas empresas brasileiras: a Termomecânica e a Paranapanema.

Aplicação

Os tubos de cobre são utilizados para sistemas de encanamentos e de tubulações, incluindo, sem limitações, os seguintes sistemas: instalações domésticas de água e distribuição (água quente e fria); drenagem; proteção contra incêndio; aquecimento solar; combustíveis/óleo combustível; HVAC; derretimento de neve e aquecimento por radiação; ar comprimido; gases medicinais; gás natural e GLP; e sistemas de vácuo.

Dados Técnicos

Tabela 1. Dados Técnicos

Características	Valor	Unidades
Coeficiente de expansão térmica	17,7	10^{-6} x °C^{-1}
Resistência à tração	250 (trefilado) 200 (recozido)	N/mm^2
Módulo de elasticidade	117600	N/mm^2
Ponto de fusão	1083	°C
Condutividade térmica	0,93	cal / cm s °C
Condutividade elétrica a 20°C	80	% I.A.C.S (International Association of Classification Societies)
Densidade	8890	kg/m^3

Referências Normativas

Os tubos de cobre são conformes com as seguintes normas:

- ABNT NBR 13206: Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos - Requisitos
- ABNT NBR 14745: Tubo de cobre sem costura flexível, para condução de fluidos - Requisitos
- ABNT NBR 7541: Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar-condicionado - Requisitos
- ASTM A75/B75G: Especificação padrão para tubos de cobre sem costura
  (*Standard Specification for Seamless Copper Tube*)
- ASTM B88/B88M: Especificação padrão para tubos de cobre sem costura para água
  (*Standard Specification for Seamless Copper Water Tube*)
- ASTM B280: Especificação padrão para tubos de cobre sem costura para ar condicionado e refrigeração - Serviço de campo
  (*Standard Specification for Seamless Copper Tube for Air Conditioning and Refrigeration Field Service*)
- ASTM B447: Especificação padrão para tubo de cobre soldado
  (*Standard Specification for Welded Copper Tube*)
- EN 1057: Cobre e ligas de cobre. Tubos de cobre sem costura, redondos, para água e gás em aplicações sanitárias e de aquecimento
  (*Copper and copper alloys. Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications*)

Condições de Entrega

O tubo de cobre é fornecido em várias dimensões. As Tabelas 2-4 apresentam as dimensões comuns para os diferentes tipos de produtos.

Tabela 2. Tubo de Cobre – Pancake – NBR7541

Diâmetro Nominal (pol.)	Diâmetro externo X Espessura da parede (mm)	Massa por Unidade de comprimento (kg/m)	Pressão de serviço (MPa)
3/16	4,76 x 0,79	0,088	15,69
1/4	6,35 x 0,79	0,123	11,33
5/16	7,93 x 0,79	0,158	8,88
3/8	9,52 x 0,79	0,194	7,29
1/2	12,70 x 0,79	0,264	5,37
5/8	15,87 x 0,79	0,335	4,25
3/4	19,05 x 0,79	0,404	3,52

Tabela 1. Tubo de Cobre – Solar

Diâmetro Nominal (mm)	Diâmetro externo X Espessura da parede (mm)	Massa por Unidade de comprimento (kg/m)	Pressão de serviço (MPa)
9,52	9,52 x 0,40	0,102	3,57
12,70	12,7 x 0,40	0,138	2,65
15,00	15,00 x 0,40	0,164	2,23
22,00	22,00 x 0,50	0,301	1,9
28,00	28,00 x 0,50	0,385	1,49

Tabela 3. Tubo de Cobre – Classes E, A e I – fabricados conforme a ABNT 13206

Diâmetro Nomina (mm)	*Classe E*			*Classe A*			*Classe I*		
	Diâmetro externo X Espessura da parede (mm)	Massa por Unidade de comprimento (kg/m)	Pressão de serviço (MPa)	Diâmetro externo X Espessura da parede (mm)	Massa por Unidade de comprimento (kg/m)	Pressão de serviço (MPa)	Diâmetro externo X Espessura da parede (mm)	Massa por Unidade de comprimento (kg/m)	Pressão de serviço (MPa)
15,00	15 x 0,50	0,203	4,25	15 x 0,80	0,318	6,91	15 x 1,00	0,392	8,73
22,00	22 x 0,60	0,360	3,46	22 x 0,90	0,532	5,24	22 x 1,10	0,644	6,46
28,00	28x 0,60	0,460	2,70	28 x 0,90	0,683	4,09	28 x 1,20	0,901	5,50
35,00	35 x 0,70	0,673	2,52	35 x 1,10	1,045	4,00	35 x 1,40	1,318	5,12
42,00	42 x 0,80	0,923	2,40	42 x 1,10	1,261	3,32	42 x 1,40	1,593	4,25
54,00	54 x 0,90	1,339	2,09	54 x 1,20	1,775	2,81	54 x 1,50	2,206	3,52
66,70	66,7 x 1,00	1,839	1,88	66,7 x 1,20	2,200	2,26	66,7 x 1,50	2,737	2,84
79,40	79,4 x 1,20	2,627	1,90	79,4 x 1,50	3,271	2,38	79,4 x 1,90	4,122	3,03
104,80	104,8 x 1,20	3,480	1,43	104,8 x 1,50	4,337	1,80	104,8 x 2,00	5,755	2,40

Material Base

O material básico é a liga de cobre C12200, designação Cu DHP de acordo com norma ABNT NBR 13206:2010. O teor mínimo de cobre mais prata é 99,90% com fósforo entre 0,015% e 0,040%. Na produção dos tubos a matéria prima utilizada pode ser primária (cátodo de cobre) ou secundária (sucata reciclável).

Fabricação

No primeiro passo da produção de tubos de cobre, o cátodo de cobre é fundido num forno a cerca de 1100 °C. O cobre líquido é transferido para a fundição, onde ele é conformado em placas. Em seguida, as placas de cobre são aquecidas, extrudadas e prensadas para formar tubos. Este processo de formatação a quente é seguido por um processo de laminação a frio, que permite alto grau de deformação. O material assim preparado é submetido, em seguida, a processos de trefilação a frio para reduzir a espessura da parede e o diâmetro para as dimensões e especificações exigidas. Um mandril cônico é usado para tapar o furo do tubo e o material é agarrado pelas mandíbulas da máquina de trefilação. As mandíbulas determinam o diâmetro externo, e o tamanho do mandril determina o diâmetro interno. A dureza ou maciez desejada para o tubo pode ser obtida através de processos de recozimento subsequentes. Os tubos rígidos não passam por qualquer tratamento adicional. A sucata de cobre, acumulada pela remoção durante a preparação do tubo volta para o forno para ser refundida. Uma visão geral do processo de fabricação é apresentada na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma que descreve o processo de fabricação de tubos de cobre

Saúde e Meio Ambiente durante a Fabricação

Ar: O ar é purificado nos filtros das unidades de produção para valores inferiores aos limites de emissões para a atmosfera regulamentares.

Água/solo: Não ocorrem impactos adicionais na água ou no solo. O arrefecimento do processo de fundição é feito com circuito fechado de água. As águas servidas produzidas pela planta são limpas em uma planta de neutralização e descarregada no sistema de esgoto da cidade após análise diária e fornecimento de amostras de retenção.

Ruído: Devido a dispositivos adequados de absorção acústica, as medições dos níveis sonoros têm demonstrado que todos os valores, dentro e fora da unidade de produção, estão muito abaixo dos limites exigidos pela legislação.

Processamento dos Produtos e Instalações

- Durante o transporte e armazenamento, conserve os produtos em local seco, na embalagem original, e à temperatura ambiente.
- Para temperaturas inferiores a 0°C, antes de abrir as unidades de embalagem, permita que as mesmas se aqueçam até à temperatura ambiente.
- O material pode ser processado isento de tensões.
- Ao instalar e trabalhar com o material em construções, deve ser levado em consideração as mudanças no comprimento devido às variações de temperatura.
- Limitações na temperatura de processamento: nenhuma (nível de recristalização a 182 °C).
- As ligas de cobre podem ser utilizadas em todos os ambientes, exceto em zonas com elevada concentração de amoníaco no ar

Embalagens

Os materiais de embalagem estão incluídos nesta EPD. Eles incluem papelão e pallets de madeira.

Condições de Uso.

Os constituintes correspondem às substâncias básicas referidas em *Materiais Básicos*. A exposição ao ar ambiente, à umidade atmosférica e ao tempo pode causar o desenvolvimento de uma fina camada de óxido sobre as superfícies externas do tubo que, uma vez instalado num edifício, usualmente cessa de crescer. A exposição à água nas superfícies internas, como previsto, pode causar o crescimento de uma camada protetora de óxido ou uma camada cujos componentes são função da composição química da água utilizada. O desenvolvimento destas camadas de patina é típico do cobre.

Saúde e Meio Ambiente durante a Utilização

Não são esperados efeitos para a saúde se forem utilizados tubos de cobre de acordo com as funções previstas.

Referências de Vida Útil

Nenhuma referência de vida útil é declarada nesta EPD. De modo geral, os tubos de cobre são resistentes aos raios UV, compatíveis com a maioria das superfícies e materiais de construção (embora compostos de amônia e enxofre devam ser evitados). Geralmente, os tubos de cobre desenvolvem um filme de corrosão ou camada de patina autoprotetora que os protegem de ulterior corrosão, se instalados e operados de acordo com as práticas padrão da indústria, em aplicações aprovadas pelo código. Tipicamente, tubos de cobre exibem longa vida útil, normalmente, limitada apenas pela vida do edifício.

Efeitos Extraordinários

Incêndio:

- Os produtos de tubos de cobre são incombustíveis.
- Não desenvolvem fumaça.
- Quando a patina decompõe-se acima de aprox. 440°C, são liberados vapor de água e pequenas quantidades de cloreto de hidrogênio (HCl). O Cu(I)Cl resultante funde a aprox. 400 °C.
- Mudança de estado (gotejamento/colapso por queima)
- O ponto de fusão do cobre é de 1083°C.
- Os tubos de cobre não estão sujeitos a quaisquer normas específicas de segurança contra incêndio.

Água: Além de sua ocorrência natural, o teor de cobre geologicamente contido na água, e em fontes antropogênicas amplamente distribuídas contribuem com suas partes. Não há nenhuma evidência que sugira que o uso ou a aplicação de tubos de cobre representem um risco ambiental ou à saúde no abastecimento de água.

Destruição mecânica: Não é ambientalmente relevante para tubos de cobre.

Reciclagem

O cobre é altamente reciclável com pouca ou nenhuma perda. A sucata de cobre é recolhida e vendida a fabricantes de produtos primários e empresas de fundição secundária, diretamente, ou através de comerciantes de sucata. A sucata pode ser processada em novos produtos de construção, reduzindo assim a necessidade de cobre virgem em indústrias regionais e globais. Para cada quilo de cobre, 0,42 kg são coletados para reciclagem (Fraunhofer 2014); não se presume que o cobre seja reutilizado diretamente.

Para mais informações sobre produtos de cobre e esforços de sustentabilidade da International Copper Association, visite www.copperalliance.org.

Descarte

O cobre é depositado em aterros ou reciclado no final da sua vida útil. Para cada quilo de cobre, 0,58 kg são enviados para aterros. Nenhuma energia é recuperada do cobre depositados em aterros. Este estudo assume que a taxa de reciclagem é de 42%.

Informações Adicionais

Para mais informações sobre cobre e produtos de cobre, visite o site da International Copper Association Brazil: http://procobre.org/pt/.

A avaliação do ciclo de vida foi conduzida pela PE INTERNATIONAL usando dados GaBi.

PE INTERNATIONAL
SUSTAINABILITY PERFORMANCE

Avaliação do Ciclo de Vida: Regras de Cálculo

Unidade declarada

A unidade declarada é de 1 quilo de tubo de cobre.

Embora esta análise do ciclo de vida seja feita com base numa unidade declarada de 1 kg do produto, os tubos de cobre são vendidos de acordo com os comprimentos e diâmetros apresentados nas Tabelas 2-4. Os quatro tipos de tubos apresentados na Tabela 5 são um subconjunto daquelas tabelas. Os resultados desta EPD podem ser convertidos para metros de cada tipo de tubo utilizando o fator “massa por unidade de comprimento” da terceira coluna. Por conveniência, os resultados para estes tubos são apresentados na seção Interpretação para a demanda de energia primária e potencial de aquecimento global.

Tabela 5: Dimensões dos tubos de cobre comuns

Diâmetro Nominal	Espessura da Parede	Massa por Comprimento
[mm]	[mm]	[kg/m]
15	0,50	0,203
22	0,60	0,360
28	0,60	0,460
54	0,90	1,338

Fronteira do Sistema

Esta EPD é baseada em uma fronteira do sistema "do berço ao portão - com opções". A Tabela 6 mostra os módulos do ciclo de vida incluídos no escopo desta EPD. Os seguintes processos são considerados dentro do ciclo de vida do tubo de cobre:

- O fornecimento de recursos, aditivos e energia.
- O transporte de recursos e aditivos para o local da produção
- O processo de produção de tubos de cobre no local, incluindo energia, produção de aditivos, eliminação de resíduos de produção, a consideração das emissões relacionadas, e reciclagem local da sucata gerada pela produção.
- A reciclagem dos tubos de cobre ao final de sua vida (abordagem "net scrap", ou seja, a sucata de fim-de-vida é reduzida pela demanda de sucata do estágio da produção anterior à reciclagem).

Tabela 6: Estágios do ciclo de vida conforme a EN 15804

DESCRIÇÃO DA FRONTEIRA DO SISTEMA (X = INCLUÍDO NA ACV; MND = MÓDULO NÃO DECLARADO)																
ESTÁGIO DO PRODUTO.			ESTÁGIO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO		ESTÁGIO DA UTILIZAÇÃO							FIM DA VIDA (EOL)				BENEFÍCIOS E CARGAS ALÉM DAS FRONTEIRAS DO SISTEMA
Fornecimento de matéria-prima	Transporte	Fabricação	Transporte	Processo de construção-instalação	Uso	Manutenção	Reparos	Substituição[1]	Reforma[1]	Uso de energia operacional	Uso de água operacional	Desmontagens, demolições	Transporte	Processamento de resíduos	Disposição	Potencial de: Reutilização, Recuperação, Reciclagem
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B7**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**D**
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X

Estimativas e Premissas

A hipótese mais significativa deste estudo é a taxa de reciclagem. As taxas reais de reciclagem ao fim da vida de qualquer produto são difíceis de verificar, inclusive para tubos de cobre; assim, este estudo usa uma estimativa. Dado ao elevado valor de cobre e sua alta eficiência de reciclagem (ou seja, sua capacidade de ser reciclado indefinidamente), este estudo assume e utiliza uma taxa média de reciclagem industrial de 42%. Esta taxa foi fornecida pelo Fraunhofer Institute (Fraunhofer 2014) e representa a melhor estimativa para a reciclagem de tubos de cobre no Brasil. Foi feira uma análise de sensibilidade que é relatada na seção *Interpretação* desta EPD.

Critério de Corte

Nenhum critério de corte foi aplicado neste estudo. Todos os dados relatados são incorporados e modelados usando as melhores informações disponíveis.

Dados Básicos e Qualidade

Processos parciais de fabricação são modelados usando dados primários coletados diretamente com os fabricantes, e são considerados de alta qualidade. Dados básicos, incluindo insumos para processos parciais fabricação, são retirados da base de dados
GaBi 2013 databases com sua qualidade documentada e são consistentes com os princípios de modelagem

GaBi modeling principles. O ano representativo dos dados básicos para cada conjunto de dados fica tipicamente entre 2007 e 2011. Os dados do catodo de cobre são da International Copper Association e foram revistos por seus pares.

Período em Análise

Os dados para inventário de ciclo de vida são baseados na coleção de dados de duas companhias integrantes da ICA no Brasil – a Termomecânica e a Paranapanema referentes ao ano de produção de 2012.

Alocação

Nenhuma alocação de coproduto é requerida nos processos de modelagem de semimanufaturados. Alocação para reciclagem ocorre no fim da vida usando o método de alocação que evite encargos (reciclagem ao fim da vida). Segundo esta abordagem, a sucata do final de vida é previamente balanceada com as entradas de sucata na produção em aberto. Apenas a "sucata líquida" restantes é então modelada como sendo enviada para a reciclagem de materiais, a fim de evitar dupla contagem dos benefícios da utilização de material reciclado. Se for recuperada mais sucata no final da vida útil do produto do que a necessária na fase de produção, o sistema de produto recebe um crédito equivalente ao encargo da produção de material primário menos o encargo da reciclagem de sucata em material secundário com base na massa de material secundário produzida. Este crédito representa o encargo evitado na produção de material primário.

Comparabilidade

A comparação ou uma avaliação dos dados da EPD só é possível se todos os conjuntos de dados a serem comparados foram criados de acordo com a EN 15804 e o contexto de construção, quando as respectivas características específicas de desempenho dos produtos, são levadas em conta.
Esta EPD atende aos requisitos de comparabilidade dos produtos avaliados de acordo com o guia PCR publicado pela IBU: *Guia PCR -Textos para Produtos e Serviços Relacionados Construções (PCR Guidance-Texts for Building-Related Products and Services).*

Informações Técnicas Adicionais

Tabela 7: Informações relacionadas com o destino ao final da vida útil de tubos de cobre.

Tabela 7: Quantidades de materiais reciclados e depositados em aterro.

Nome	Unid.	Valor
Coletado separadamente	**kg**	**Indisponível**
Coletados como resíduos mistos de construção	kg	Indisponível
Reutilizado	kg	0
Reciclado	kg	0,42
Recuperação de energia	kg	0
Aterros	kg	0,58

Avaliação do Ciclo de Vida: Resultados

A Figura 2 ilustra e descreve as categorias de avaliação do impacto reportadas nesta EPD. A Figura 3 Ilustra resultados selecionados, discriminados pelo estágio do ciclo de vida. A Tabela 8 contém os resultados da avaliação do ciclo de vida e de impacto do inventário. Os indicadores reportados seguem a EN15804 e o PCR.

CATEGORIAS DE IMPACTO SOBRE O CICLO DE VIDA

Os impactos ambientais listados abaixo foram avaliados ao longo do ciclo de vida do produto, incluindo: extração de matéria-prima, transporte, fabricação, embalagem, utilização e eliminação no final do ciclo da vida.

ATMOSFERA			ÁGUA		SOLO	
Potencial de Aquecimento Global refere-se a mudanças de longo prazo nos padrões climáticos globais - incluindo temperatura e precipitações - causadas pelo aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera	**Potencial de Depleção da Camada de Ozônio** é a destruição da camada de ozônio estratosférico, que protege a Terra da radiação ultravioleta que é nociva à vida, causada pela poluição do ar produzida pelo homem	**Potencial de Criação Fotoquímica de Ozona** ocorre quando a luz solar reage com hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis para produzir um tipo de poluição atmosférica conhecida como a smog	**Potencial de Acidificação** é o resultado de emissões humanas feitas e se refere à diminuição do pH e aumento da acidez dos oceanos, lagos rios e córregos - um fenômeno que polui as águas subterrâneas e prejudica a vida aquática	***Potencial de Eutrofização*** *ocorre quando nutrientes em excesso, causam aumento do crescimento de algas em lagos, bloqueando a penetração subaquática da luz solar necessária para produzir oxigênio e resultando na perda da vida aquática*	***Esgotamento dos Recursos Abióticos (Elementos)*** *refere-se à redução de recursos não renováveis disponíveis, tais como metais e os gases da tabela periódica de elementos, devido à atividade humana*	**Esgotamento dos Recursos Abióticos Comb. Fósseis)** refere-se à disponibilidade cada vez menor de compostos não renováveis à base de carbono, como petróleo e carvão, devido à atividade humana.
GWP	ODP	POCP	AP	EP	ADPE	ADPF

Figura 2: Impactos no ciclo de vida da metodologia CML por estágios do ciclo de vida

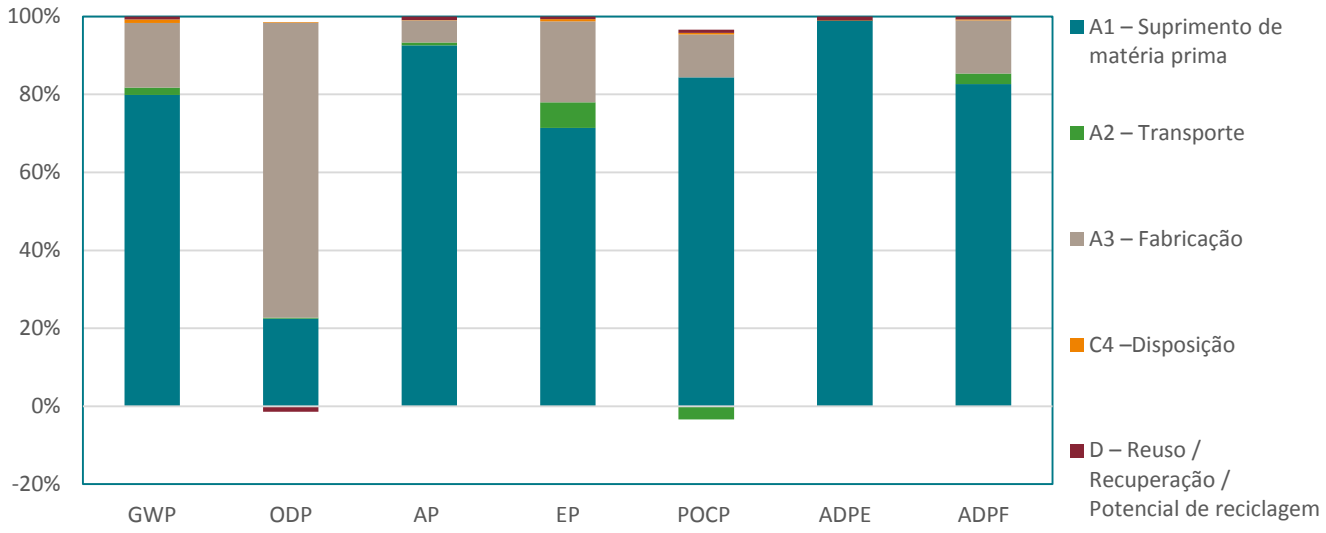


Figura 3: Impactos no ciclo de vida da metodologia CML por estágios do ciclo de vida

Tabela 8: Resultados da avaliação de inventário e de impacto durante o ciclo de vida

IMPACTOS AMBIENTAIS							
CML 2001 (Abr. 2013)			Fabricação			Final da Vida Útil	Créditos
Parâmetro	**Unidade**	**Total**	**A1**	**A2**	**A3**	**C4**	**D**
GWP	kg CO_2 eq	3,56	2,84	0,07	0,59	0,03	0,03
ODP	kg CFC-11 eq	5,56E-11	1,29E-11	1,34E-13	4,33E-11	8,74E-14	-8,21E-13
AP	kg SO_2 eq	0,051	0,047	3,97E-04	2,90E-03	4,86E-05	4,56E-04
EP	kg PO_4^{3-} eq	1,24E-03	8,83E-04	8,13E-05	2,57E-04	7,52E-06	8,17E-06
POCP	kg C_2H_4 eq	2,43E-03	2,20E-03	-8,80E-05	2,85E-04	1,16E-05	2,09E-05
ADPE	kg Sb eq	2,27E-03	2,25E-03	3,42E-09	1,23E-06	2,94E-09	2,20E-05
ADPF	MJ	34,87	28,82	0,95	4,73	0,10	0,26

UTILIZAÇÃO DE RECURSOS							
			Fabricação			Final da Vida Útil	Créditos
Parâmetro	**Unidade**	**Total**	**A1**	**A2**	**A3**	**C4**	**D**
PERT	[MJ]	10,27	3,45	0,03	6,76	8,61E-03	0,03
PERE	[MJ]	10,27	3,45	0,03	6,76	8,61E-03	0,03
PERM	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PENRT	[MJ]	38,36	31,14	1,02	5,82	0,11	0,27
PENRE	[MJ]	38,36	31,14	1,02	5,82	0,11	0,27
PENRM	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SM	[kg]	0,43	0,43	0	0	0	0
RSF	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NRSF	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FW	[m³]	83,95	36,50	0,36	47,07	-0,31	0,33

FLUXOS DE SAÍDA E CATEGORIAS DE RESÍDUOS							
			Fabricação			Final da Vida Útil	Créditos
Parâmetro	**Unidade**	**Total**	**A1**	**A2**	**A3**	**C4**	**D**
HWD	[kg]	3,10E-04	1,65E-04	3,02E-07	1,42E-04	4,65E-06	-1,85E-06
NHWD	[kg]	237,25	233,60	2,25E-03	0,78	0,59	2,29
RWD	[kg]	3,29E-04	8,56E-05	4,77E-07	2,44E-04	1,79E-06	-2,74E-06
CRU	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFR	[kg]	-0,01	0,00	0,00	0,00	0	-0,01
MER	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EEE	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EET	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Impactos Ambientais:
GWP - Potencial de aquecimento global (*Global warming potential*);
ODP - Potencial de destruição da camada estratosférica de ozônio (*Depletion potential of the stratospheric ozone layer*);
AP - Potencial de acidificação (*Acidification potential*);
EP - Potencial de eutrofização (*Eutrophication potential*);
POCP – Potencial fotoquímica de criação de ozona (*Photochemical ozone creation potential*);
ADPE – Potencial depleção abiótica de recursos não fósseis (*Abiotic depletion potential for non-fossil resources*);
ADPE – Potencial depleção abiótica de recursos fósseis (Abiotic depletion potential for fossil resources);
SFP – Potencial de formação de smog (*Smog formation potential*).
Uso de Recursos:
PERE - Uso de energia primária renovável, excluindo recursos de energia primária renovável utilizada como matéria-prima (*Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials*);
PERM = Uso de recursos energéticos primários renováveis como matéria-prima (*Use of renewable primary energy resources used as raw materials*);

PERT - Esgotamento de recursos de energia primária renovável (*Total use of renewable primary energy resources*);
PENRE - Uso de energia primária não renovável, excluindo recursos não renováveis de energia primária utilizada como matéria-prima (*Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials*);
PENRM = Uso de recursos energéticos primários não renovável usados como matéria-prima (Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials);
PERNT - Utilização total de recursos energéticos primários não renováveis (*Total use of non-renewable primary energy resources*);
SM – Uso de materiais secundários (*Use of secondary material*); RSF - O uso de combustíveis secundários renováveis (*Use of renewable secondary fuels*);
NRSF - O uso de combustíveis secundários não renováveis (*Use of non-renewable secondary fuels*);
Fluxos de Saída e Categorias de Resíduos:
HWD – Disposição de resíduos perigosos (*Hazardous waste disposed*);
NHWD – Disposição de resíduos não perigosos (*Non-hazardous waste disposed*);
RWD - Disposição de resíduos radioativos (*Radioactive waste disposed*);
CRU - Componentes para reutilização (*Components for re-use*);
MFR - Materiais para reciclagem (*Materials for recycling*);
MER - Materiais para a recuperação de energia (*Materials for energy recovery*)

Módulos do ciclo de vida:
A1 - Fornecimento de matéria-prima (*Raw material supply*);
A2 - Transporte (*Transport*)
A3 - Fabricação (*Manufacturing*);
C4 - Disposição (*Disposal*);
D - Reutilização/Recuparação/Potencial de reciclagem (*Reuse/Recovery/Recycling potential*)

Os tubos de cobre são usualmente especificados de acordo com seu comprimento e diâmetro. A Tabela 9 apresenta o potencial de aquecimento global e o consumo de energia primária (recursos não-renováveis) para comprimentos de um metro de tubo de tamanho comum. Estes resultados são obtidos multiplicando-se os resultados da Tabela 8 pela massa da unidade de comprimento; os resultados para os demais indicadores ambientais e tamanhos de tubos podem ser calculados usando a mesma abordagem.

Tabela 9: Potencial de aquecimento global e energia primária (recursos não-renováveis) consumo para tamanhos de tubos comuns

Diâmetro Nominal	Espessura da Parede	Massa por Comprimento	GWP	PENRT
[mm]	[mm]	[kg/m]	[kg CO_2-eq/m]	[MJ/m]
15	0,5	0,203	0,72	7,79
22	0,6	0,360	1,28	13,81
28	0,6	0,460	1,64	17,65
54	0,9	1,338	4,76	51,33

Avaliação do Ciclo de Vida: Interpretação

Para quase todas as categorias de impacto avaliadas, o uso do cobre primário tem a maior contribuição para o impacto global. A reciclagem (reciclagem do conteúdo e reciclagem ao fim da vida útil) também é um contribuinte importante, ajudando a reduzir os impactos do ciclo de vida do tubo de cobre. A única exceção a esta tendência ocorre para o potencial de depleção de ozônio, onde os encargos da recuperação do cobre contribuem para as emissões adicionais de depleção de ozônio no ciclo de vida.

Os encargos da fabricação também são significativos em muitas categorias de impacto, incluindo o potencial de aquecimento global, o potencial de destruição do ozônio, potencial de eutrofização, e depleção abiótica fóssil. Outros impactos têm contribuição menor do que 10% na fabricação. O estágio de fabricação, onde significativo, contribui com aproximadamente 10% - 20% de todo o ciclo de vida. Mais uma vez, a única exceção é o potencial de depleção de ozona, onde, juntamente com a fase de recuperação, a fase de fabricação domina o impacto do ciclo de vida.

Para examinar a influência do parâmetro correspondente à taxa de reciclagem, de 42%, toda a gama de possíveis taxas de recuperação, de 0% a 100%, foram testados quanto aos efeitos GWP globais.

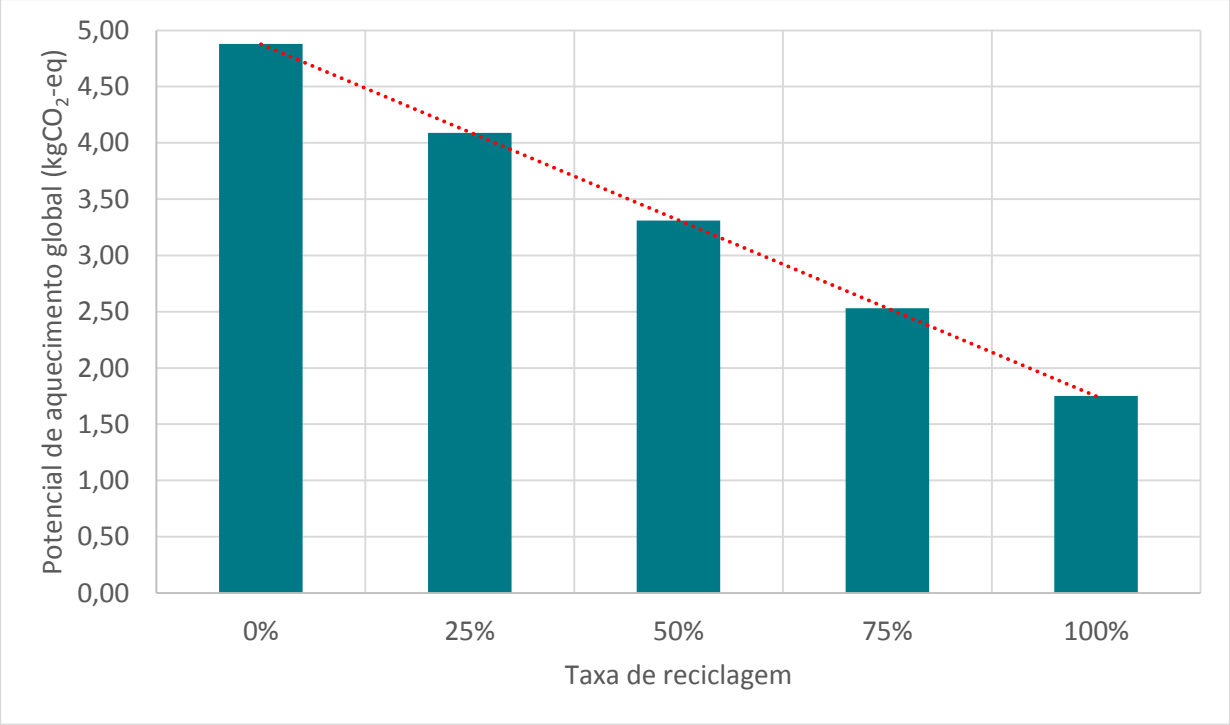


Figura 4: Influência das taxas de reciclagem de cobre sobre os potenciais impactos no aquecimento global

Como ilustra a figura 4, os impactos globais são altamente dependentes da taxa de reciclagem. O impacto do GWP no ciclo de vida pode mais do que dobrar quando se assume que não há reciclagem. A partir da regressão linear, pode-se concluir que é conseguida uma redução de 0,78 kg CO_2-eq para cada aumento de 25% na taxa de reciclagem.

Provas Requeridas

Resistência ao Tempo

O cobre é resistente aos raios UV e não apodrece. É resistente à água de degelo (corrosão por água quente), formando uma película de oxidação, e é resistente à maior parte das substâncias químicas utilizadas na construção de edifícios. Quando começa a chover, o cobre pode ser lavado removendo produtos solúveis e insolúveis. As taxas de elutriação do cobre sob intemperismo atmosférico ficam entre 0,7 g/m²*a e 1,3 g/m²* a.

Referências

EN 15804:2011-04	Sustentabilidade das obras de construção - Declarações Ambientais de Produtos - Regras Fundamentais para a categoria do produto de produtos de construção
Fraunhofer 2014	Modelo para o Fluxo Regional de Cobre na América Latina (apresentação). Os resultados preliminares, apresentados para a International Copper Association.
IBU 2013a	Princípios gerais para a faixa de EPD do Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2011-06
IBU 2013b	Textos Orientativos de PCR Relacionados com Produtos e Serviços de Construção, Parte A: Regras de Cálculo para a Avaliação do Ciclo de Vida e Requisitos com o Relatório Básico. 2011-07.
IBU 2013c	Textos Orientativos de PCR Relacionados com Produtos e Serviços de Construção, Parte B: Requisitos da EPD para metais de construção.
IBU 2013d	A Geração de Declarações Ambientais de Produto (EPDs); Princípios gerais para a faixa de EPDs do Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2011-06.
ISO 14025:2009-11	Etiquetas e declarações ambientais - Tipo III - Declarações Ambientais - Princípios e Procedimentos
PE 2013a	GaBi 6. Software e Base de Dados para Engenharia do Ciclo de Vida. LBP, Universidade de Stuttgart e PE International, 2013.
PE 2013b	GaBi 6: Documentação da base de dados GaBi 6 para a Engenharia do Ciclo de Vida. LBP, Universidade de Stuttgart e PE International, 2013. http://documentation.gabi-software.com

International Copper Association Brazil

Copper Alliance