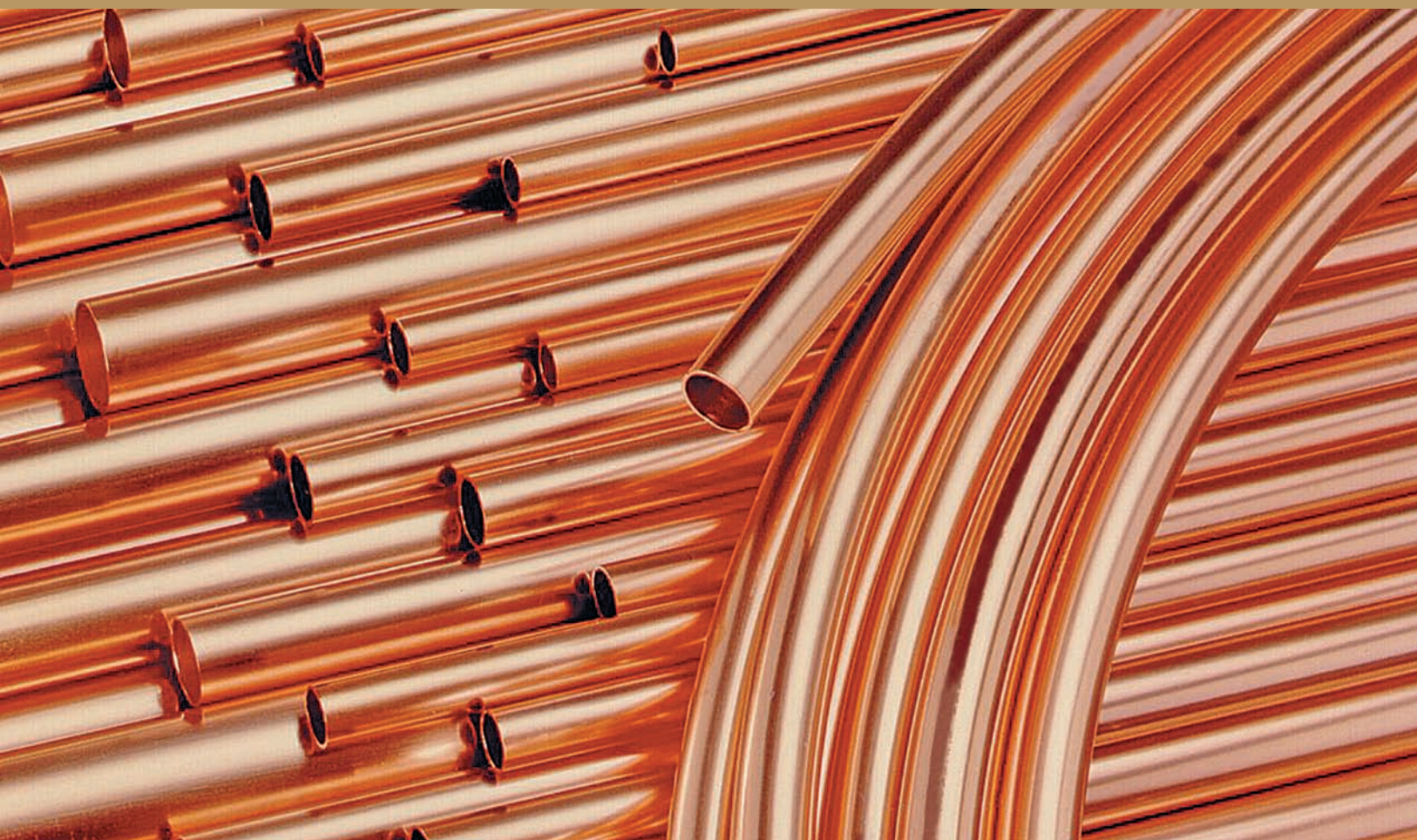




**International Copper  
Association Brazil**  
Copper Alliance

## Sistemas de Tubulação de Cobre na Construção Guia de Referência LEED®



Guia descritivo do uso de sistemas de tubulação de cobre na obtenção da  
Certificação LEED® 2009 – Novas Construções e Grandes Reformas.

Julho 2013

## Conteúdo

Os edifícios sustentáveis.....	3
Certificação LEED®.....	4
Lista de Verificação: LEED® 2009 - Novas Construções e Grandes Reformas.....	6
Contribuição dos sistemas de tubulação de cobre na certificação LEED®.....	9
Principais propriedades do cobre.....	14
Bibliografia.....	15

## Lista de ilustrações

Ilustração 1 - Tubulação de cobre com isolamento térmico para sistema de ar condicionado.....	9
Ilustração 2 - Sistema de reaquecimento de água.....	10
Ilustração 3 - Sistema de trocadores de calor.....	10
Ilustração 4 - Tubos de cobre diminuem os sistemas de ar condicionado.....	11
Ilustração 5 - Componentes de SAS - Sistema de Aquecimento Solar de Água.....	12
Ilustração 6 - Tubulação de cobre para sistema geotérmico.....	12
Ilustração 7 - Soldagem.....	13
Ilustração 8 - Tubulações em cobre.....	14

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Lista de verificação LEED® 2009 - Novas Construções e Grandes Reformas.....	8
Tabela 2 - Pontuação possível.....	8

## Introdução

As tubulações de cobre são cada vez mais utilizadas em diversos tipos de construções, sejam elas comerciais ou residenciais, pois diminuem os custos e o tempo de execução da obra. A variedade de diâmetros e espessuras de suas paredes permite uma grande adaptação a outras peças, especialmente em instalações de água e gás.

Os usuários preferem as tubulações de cobre porque são confiáveis, seguras e o seu custo de manutenção é menor que o de outros tipos de materiais, tendo uma vida útil prolongada. Além disso, se for mantida a estanqueidade nas uniões, a possibilidade de vazamento de água e de gás é quase nula.

## Os edifícios sustentáveis

Sejam pequenas construções ou o mais alto arranha-céu, os edifícios são responsáveis por uma grande parte do consumo energético do nosso planeta e por uma expressiva porcentagem das emissões de CO<sub>2</sub>, um elemento contaminante e prejudicial para o meio ambiente que provoca o aquecimento global e reduz a qualidade de vida. Uma das ações no setor imobiliário que contribui substancialmente para a diminuição destes efeitos é a construção de edifícios verdes ou sustentáveis, que cumprem critérios de alto rendimento energético, padrões de projetos específicos e métodos de construção e manutenção de baixo impacto ambiental, reduzindo a "pegada de carbono" do edifício durante o seu ciclo de vida.

Os impactos avaliados na construção sustentável são três:

1. **Impactos ambientais** (quantificáveis): que incluem o consumo de recursos não renováveis, o uso de energia, a qualidade e a disponibilidade da água e a contaminação emitida.
2. **Impactos sociais**: que incluem a saúde da comunidade, a produtividade dos empregados e o bem-estar da população em geral.
3. **Impactos econômicos**: que incluem os custos de operação, o valor da construção e o retorno sobre investimento, entre outros.

---

<sup>1</sup> A pegada de carbono define-se como a totalidade de gases de efeito estufa (GEI) emitidos por efeito direto ou indireto por um indivíduo, organização, evento ou produto, expressado em gramas de CO<sub>2</sub> equivalente por quilowatt hora de geração n (gCO<sub>2</sub>eq/kWh). (Parliamentary Office of Science and Technology, 2006.)

## Certificação LEED®

Os sistemas de certificação para edifícios e moradias têm incentivado o surgimento de novos materiais, a alteração das características dos elementos existentes e melhorias nos sistemas de aplicação e/ou construção, que estão mudando totalmente as habituais práticas de projeto. Tudo isto traz como resultado construções muito mais eficientes, processos de fabricação menos contaminantes e uma economia de energia desconhecida até agora, abrindo uma oportunidade para que a indústria da construção possa equilibrar suas necessidades com seus resíduos e emissões, para que estes sejam degradáveis e mantenham o equilíbrio na natureza.

Há um sistema de caráter voluntário para definir e avaliar o impacto ambiental dos edifícios sustentáveis, a certificação LEED® (Leadership in Energy & Environmental Design), que foi desenvolvido no ano de 2000 pelo US Green Building Council e desde então é aplicado internacionalmente em mais de 135 países.

O LEED® é composto por um conjunto de boas práticas sobre a utilização de estratégias voltadas a melhorar o desempenho ambiental de uma edificação durante seu ciclo de vida (U.S. Green Building Council, 2009). Utiliza sistemas de qualificação desenhados para medir construções comerciais, institucionais e residenciais, tanto novas quanto já existentes, incluindo remodelações. Estes sistemas são baseados em princípios energéticos e ambientais aceitos que conservam o equilíbrio entre práticas estabelecidas e os conceitos emergentes. (U.S. Green Building Council, 2009.)

Cada sistema de qualificação é organizado em sete temas que formam os pré-requisitos e créditos a serem cumpridos para certificar o projeto e a construção de edifícios comerciais ou institucionais e grandes empreendimentos residenciais, tanto públicos quanto privados:

- Espaço sustentável (*Sustainable sites - SS*)
- Eficiência do uso da água (*Water efficiency - EA*)
- Energia e atmosfera (*Energy and atmosphere - EA*)
- Materiais e recursos (*Material and resources - MR*)
- Qualidade ambiental interna (*Indoor environmental quality - IEQ*)
- Inovação e processo do projeto (*Innovation in design - ID*)
- Prioridade regional (*Regional priority - PR*)

Cerca de 65% dos créditos de LEED® estão relacionados de uma ou outra forma à economia de energia e eficiência energética. Além disso, uma parte importante das inovações ocorre nos conceitos de reciclar, reutilizar e reduzir. A incorporação de material reciclado em construções

novas tem ocorrido com o aço estrutural, o alumínio, o cobre, a cerâmica, o gesso, o cimento, os plásticos, a celulose, o papel e os tecidos, tudo isso por meio de processos inovadores.

A economia de água é mais necessária do que nunca, o que tem despertado a engenhosidade e o desenvolvimento de novos desenhos de aparelhos e acessórios sanitários que utilizam água pressurizada, consumindo pouca ou quase nenhuma água. Alguns exemplos são os mictórios secos que são limpos com sprays de baixo consumo de água, os redutores de vazão mecânicos ou eletrônicos e os sensores de presença. Outros processos são a coleta de água de chuva para a irrigação, a purificação das "águas cinzas" (de chuveiros e lavatórios) para serem reutilizadas no banheiro, os processos de compostagem sem água e a incineração elétrica das fezes para transformá-las em cinzas. Utiliza-se ainda o calor dos gases de escapamento dos motores por combustão para o aquecimento de água quente ou para aparelhos de ar condicionado, mediante trocadores de calor especiais.

Na categoria de materiais e recursos da certificação LEED®, promove-se a gestão de resíduos da construção e operação do edifício, o uso de materiais que sejam amigáveis ao meio ambiente (reciclados, renováveis e madeiras FSC, entre outros) e o emprego de materiais regionais para diminuir a contaminação gerada pelo transporte. Para medir estes parâmetros, realiza-se uma análise para verificar a viabilidade e a definição de quais áreas da certificação LEED® o produto ou serviço pode ser uma contribuição ou solução sustentável, consolidando os resultados em um documento técnico-comercial, e que possa ser utilizado como ferramenta de capacitação, difusão e posicionamento na crescente indústria da edificação verde.

## Lista de Verificação: LEED® 2009 – Novas Construções e Grandes Reformas

Espaço sustentável (Sustainable sites – SS) 26 pontos possíveis		Pontos
SS Pré-requisito 1	Prevenção da poluição na atividade da construção	Requisito
SS Crédito 1	Seleção do terreno	1
SS Crédito 2	Densidade urbana e conexão com a comunidade	5
SS Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1
SS Crédito 4.1	Transporte alternativo: acesso ao transporte público	6
SS Crédito 4.2	Transporte alternativo: bicicletário e vestiário para os ocupantes	1
SS Crédito 4.3	Transporte alternativo: uso de veículos de baixa emissão	3
SS Crédito 4.4	Transporte alternativo: área de estacionamento	2
SS Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do hábitat	1
SS Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço: maximizar espaços abertos	1
SS Crédito 6.1	Projeto para águas pluviais: controle da quantidade	1
SS Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais: controle da qualidade	1
SS Crédito 7.1	Redução da ilha de calor: áreas descobertas	1
SS Crédito 7.2	Redução da ilha de calor: áreas cobertas	1
SS Crédito 8	Redução da poluição luminosa	1
Eficiência em água (Water efficiency – WE) 10 pontos possíveis		Pontos
WE Pré-requisito 1	Redução no uso da água	Requisito
WE Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	2 – 4
WE Crédito 2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2
WE Crédito 3	Redução do consumo de água	2 – 4
Energia e atmosfera (Energy and atmosphere – EA) 35 pontos possíveis		Pontos
EA Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito
EA Pré-requisito 2	Desempenho mínimo de energia	Requisito

EA Pré-requisito 3	Gestão fundamental de gases refrigerantes, não uso de CFC's	Requisito
EA Crédito 1	Melhoria da eficiência energética	1 – 19
EA Crédito 2	Geração local de energia renovável	1 – 7
EA Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2
EA Crédito 4	Melhoria na gestão de gases contaminantes	2
EA Crédito 5	Medição e verificação	3
EA Crédito 6	Energia verde	2
<b>Materiais e recursos (Materials and resources – MR)</b> 14 pontos possíveis		<b>Pontos</b>
MR Crédito 1	Depósito e coleta de materiais recicláveis	Requisito
MR Crédito 1.1	Reúso do edifício: manter paredes, pisos e coberturas existentes	1 – 3
MR Crédito 1.2	Reúso do edifício: manter elementos interiores não estruturais	1
MR Crédito 2	Gestão de resíduos de construção	1 – 2
MR Crédito 3	Reúso de materiais	1 – 2
MR Crédito 4	Conteúdo reciclado	1 – 2
MR Crédito 5	Materiais regionais	2
MR Crédito 6	Materiais rapidamente renováveis	3
MR Crédito 7	Madeira certificada	2
<b>Qualidade Ambiental Interna (Indoor environmental quality – IEQ)</b> 15 pontos possíveis		<b>Pontos</b>
IEQ Pré-requisito 1	Desempenho mínimo da qualidade do ar interno	Requisito
IEQ Pré-requisito 2	Controle ambiental da fumaça de tabaco	Requisito
IEQ Crédito 1	Monitoramento do ar externo	1
IEQ Crédito 2	Aumento da ventilação	1
IEQ Crédito 3.1	Plano de gestão da qualidade do ar: durante a construção	1
IEQ Crédito 3.2	Plano de gestão da qualidade do ar: antes da ocupação	1
IEQ Crédito 4.1	Materiais baixa emissão: adesivos e selantes	1
IEQ Crédito 4.2	Materiais de baixa emissão: tintas e vernizes	1

IEQ Crédito 4.3	Materiais de baixa emissão: carpetes e sistemas de pisos	1
IEQ Crédito 4.4	Materiais de baixa emissão: madeiras compostas e produtos de agrofibras	1
IEQ Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
IEQ Crédito 6.1	Controle de sistemas: iluminação	1
IEQ Crédito 6.2	Controle de sistemas: conforto térmico	1
IEQ Crédito 7.1	Conforto térmico: projeto	1
IEQ Crédito 7.2	Conforto térmico: verificação	1
IEQ Crédito 8.1	Iluminação natural e paisagem: luz do dia	1
IEQ Crédito 8.2	Iluminação natural e paisagem: vistas	1
<b>Inovação e processo do projeto (Innovation in design – ID)</b> 6 pontos possíveis		<b>Pontos</b>
ID Crédito 1	Inovação no projeto	1 – 5
ID Crédito 2	Profissional acreditado em LEED®	1
<b>Prioridade regional (Regional priority – RP)</b> 4 pontos possíveis		<b>Pontos</b>
RP Crédito 1	Prioridade regional	1 – 4

Tabela 1 - Lista de verificação LEED® 2009 - Novas Construções e Grandes Reformas

**110 pontos base; 6 possíveis em Inovação no projeto e 4 pontos em prioridade regional**

Certificado	40 - 49 pontos
Prata	50 - 59 pontos
Ouro	60 - 79 pontos
Platinum	80 pontos ou mais

Tabela 2 - Pontuação possível



## Contribuição dos sistemas de tubulação de cobre na certificação LEED®



Ilustração 1 – Tubulação de cobre com isolante térmico (Shutterstock)

Para a indústria do cobre é muito importante melhorar o desempenho ambiental dos produtos finais utilizados na construção e atualmente este tema encontra-se em pauta nas indústrias comprometidas com a redução do impacto ambiental em suas operações. O cobre é um dos materiais mais utilizados para a condução de água e outros fluidos e a transmissão de energia elétrica, bem como para a fabricação de uma ampla variedade de produtos hidrossanitários, para a captação, o armazenamento e a

transformação de energia, na iluminação e na ornamentação, entre outros usos. O cobre e suas ligas asseguram o ótimo desempenho das mais novas tecnologias, incluindo sistemas de ventilação e ar condicionado (HVAC) de alta eficiência, iluminação e sistemas elétricos, além das últimas gerações de células fotovoltaicas. (Copper Development Association Inc., 2013.)

O LEED® é um padrão pelo qual muitos compradores estão começando a avaliar o projeto ambiental de um edifício. Também é uma forma rápida para que os compradores possam identificar o potencial de uma edificação ser eficiente nos seus anos futuros de uso e operação. O cobre, em muitas aplicações, contribui para a obtenção dos créditos LEED® pela economia de energia e redução da pegada de carbono de um edifício. Ainda que nem todos os usos do cobre se apliquem diretamente aos créditos LEED®, essas aplicações apoiam os objetivos fundamentais para maximizar a eficiência energética e minimizar o impacto sobre o meio ambiente.

Até agora, o LEED® 2009 para novas construções e grandes reformas não distingue ou outorga créditos com base nos materiais utilizados nos sistemas de tubulação. No entanto, este guia descreve a contribuição de sistemas de tubulação de cobre para a construção sustentável e para a obtenção de certos créditos da certificação LEED®. É importante mencionar que as tubulações de cobre têm um ciclo de vida longo e requerem pouca manutenção, além de

serem rapidamente reutilizáveis ou recicláveis. A Avaliação de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment – LCA ) não é parte da versão LEED® 2009 (atualmente usada), mas será incorporada na versão seguinte (LEED® V4), que avaliará a redução do impacto do ciclo de vida do edifício. (European Copper Institute, 2000.)

O objetivo deste guia é mostrar a contribuição que a indústria do cobre oferece mediante o uso de sistemas de tubulação de cobre nos edifícios que pretendem obter a certificação LEED® para novas construções e grandes reformas.

## WE Crédito 2 – Tecnologias inovadoras em águas servidas

Tratar "in loco" as águas servidas do edifício ajuda a reduzir a geração total de águas residuais e proporciona água não potável para aplicações terciárias. Uma destas aplicações é o reaquecimento de água mediante um sistema de trocador de calor a contrafluxo de cobre (Ilustração 3), onde a água quente é utilizada para aquecer a água fria da rede. A água quente residual passa através de um tubo interno, aquecendo a água fria na sua passagem por transferência de calor, o que resulta na redução do custo de energia e de emissões de CO<sub>2</sub> ao ambiente (Ilustração 2).

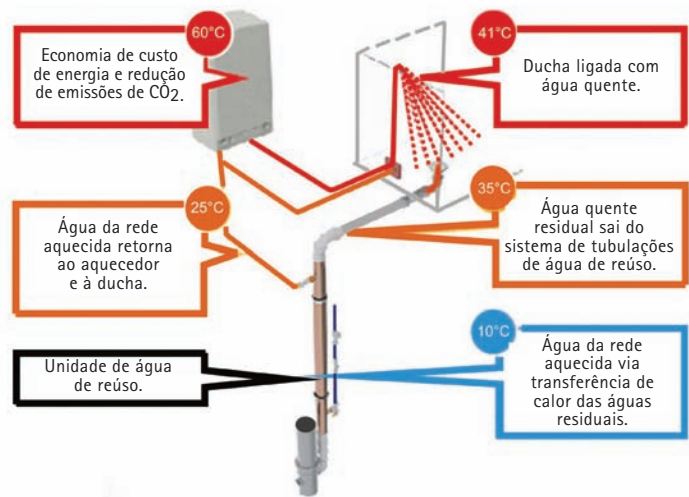


Ilustração 2 – Sistema de reaquecimento de água (Recovert, Austrália)

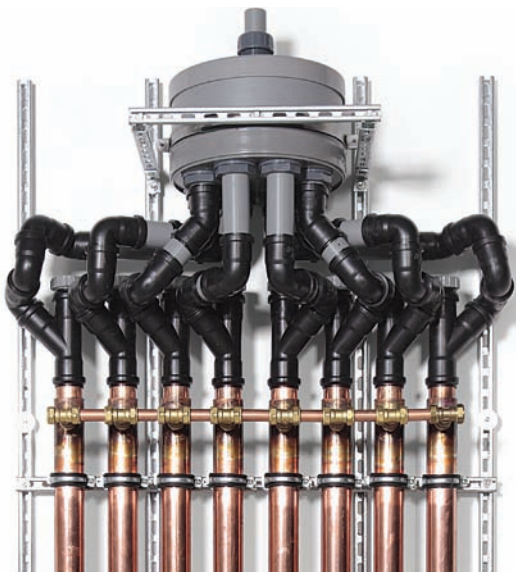


Ilustração 3 – Sistema de troca de calor e contrafluxo de cobre (Recoh, Austrália)

<sup>2</sup> Avaliação de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment – LCA) é uma ferramenta para ajudar a tomar decisões utilizada para avaliar o impacto ambiental potencial de um produto ou serviço em cada etapa do seu ciclo de vida. (Koellner, et al., 2011.)

## EA Crédito 1 – Melhoria da eficiência energética

O sistema de calefação e refrigeração em um edifício comercial ou residencial representa uma elevada proporção do consumo total de energia do edifício: cerca de 40% a 50%. Melhorar a eficiência desse sistema reduzirá drasticamente o consumo geral de energia. É possível realizar um estudo de energia comparando os custos energéticos durante a vida útil do sistema de calefação e refrigeração conforme consta descrito em ASHRAE 90.1 2007, com base nas especificações de projeto do edifício.

Instalar os sistemas de calefação e ar condicionado utilizando tubulação de cobre assegura que o funcionamento do sistema não se deteriore com o tempo. Recomenda-se projetar o sistema para que opere utilizando parâmetros de baixa temperatura e de cobre de diâmetros pequenos, que melhoraram o desempenho do trocador de calor, fazendo com que ocorra um incremento na pontuação LEED para sistema de ar condicionado (ilustração 4).



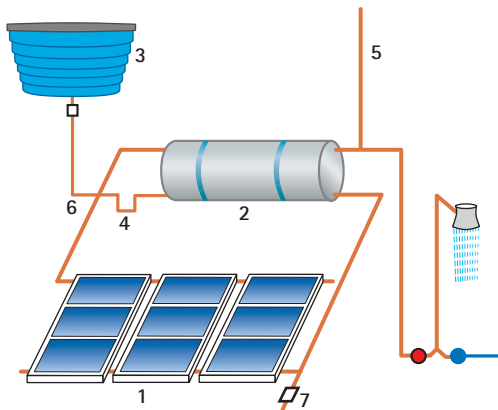
Ilustração 4 - Tubos de cobre ajudam a reduzir o tamanho dos sistemas de ar-condicionado (AirTek Aquecimento e Ar-condicionado, Chicago, USA)

A nova tecnologia de bobina de trocador de calor de alto rendimento combina os tubos de cobre de menor diâmetro e "microsulcos" baseados nas superfícies internas estriadas que proporcionam a energia, o custo, o rendimento e a redução do peso. (International Copper Association Australia, 2011.)

## EA Crédito 2 – Energia local de energia renovável

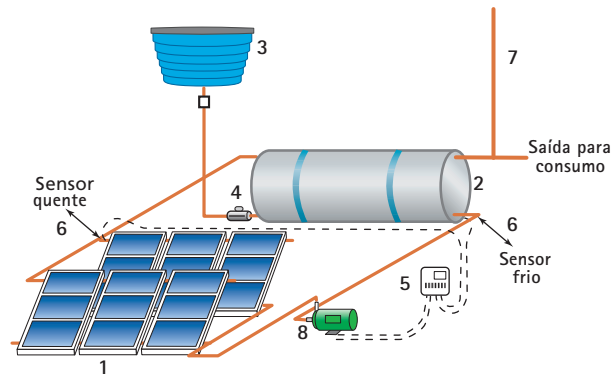
As fontes mais comuns de geração local de energia renovável são a solar e a térmica. A maioria dos locais têm capacidade para aproveitar estas fontes de uma ou outra forma. Os sistemas de calefação e refrigeração poderiam ser projetados para funcionar em baixas temperaturas, tornando-os ideais para serem integrados com coletores de energia solar (Ilustração 5) e sistemas geotérmicos, nos quais são usados tubos de cobre que têm uma alta transferência térmica, além de poderem ser enterrados diretamente no solo, ficando inertes frente aos raios UV. O desempenho de um coletor solar está intimamente relacionado com a utilização de uma elevada absorção da superfície de radiação solar. O uso de elementos

de cobre, como as aletas, proporciona um alto ganho na condutividade térmica, bem como as tubulações pelas quais a água circula no coletor podem suportar as altas temperaturas requeridas pelo sistema, sem perder as suas características físicas e mecânicas.



#### Termossifão ou circulação natural:

- 1- Coletores solares;
- 2- Reservatório térmico;
- 3- Caixa de água fria;
- 4- Sifão;
- 5- Respiro;
- 6- Alimentação de água fria com trecho de tubulação resistente a água quente;
- 7- Dreno.



#### Bombeado ou circulação forçada:

- 1- Coletores solares;
- 2- Reservatório térmico;
- 3- Caixa de água fria;
- 4- Válvula de retenção;
- 5- Controlador diferencial de temperatura;
- 6- Sensores de temperatura;
- 7- Respiro (ou válvulas de alívio de pressão);
- 8- Bomba hidráulica.

Ilustração 5 - Componentes de um SAS - Sistema de aquecimento solar de água  
<http://luisaacostaehd.blospot.mx/>

## EA Crédito 4 - Melhoria na gestão de gases refrigerantes

A instalação de bombas de calor geotérmicas implica na colocação de tubulações no solo e a circulação de um fluido dentro dos tubos para extrair o calor. Estes tubos podem ser colocados horizontalmente em numa vala ou trincheira ou colocados verticalmente em buracos feitos na terra (Ilustração 6).

A bomba de calor geotérmica de intercâmbio direto (direct exchange geothermal - DXG) utiliza tubulação de cobre enterrada, com um líquido refrigerante circulando em seu interior para remover o calor da terra. Não requer uma bomba adicional para remover o fluido refrigerante através do piso ou qualquer trocador de calor intermediário



Ilustração 6 - Tubulação de cobre para sistema geotérmico (Sigman Heating and Air Conditioning, Belleville, USA)

A tecnologia de trocador direto é nova e tem possibilidades muito interessantes. Nos ensaios até agora realizados, o sistema DXG tem reduzido os custos com calefação e refrigeração residencial pela metade. Dado que a tecnologia é nova, espera-se que as melhorias do sistema produzam uma economia ainda maior.

### MR Crédito 3 – Reúso de materiais

Por quase cinco mil anos, o cobre foi o único metal conhecido pelo homem. Atualmente é um dos metais modernos mais utilizados e reutilizados (Copper Development Association Inc., 2013). Os benefícios da tubulação de cobre são infinitos uma vez que a construção é concluída. O maior benefício de utilizar e reutilizar tubos de cobre surge durante a demolição de um edifício. O LEED® outorga uma pontuação neste crédito pela reutilização de elementos de materiais recicláveis, incluindo o cobre. Os tubos de cobre em encanamento e a fiação elétrica não são considerados dentro destes elementos.

**Nota importante:** O cobre é 100% reciclável no final da sua vida útil e pode ser reutilizado para a mesma aplicação.

### IEQ Crédito 4.1 – Materiais de baixa emissão

É fato que as aplicações de cobre não emitem contaminadores no ambiente interior. O LEED® não outorga nenhum crédito a este atributo. No entanto, representa uma consideração ambiental muito importante. Por exemplo: a solda utilizada para unir tubulação de cobre não emite vapores durante a instalação, diferentemente dos adesivos ou solventes usados para ligar outros materiais, que podem causar danos aos instaladores no caso de um vazamento de gás ou incêndio (Copper Development Association Inc., 2013).



Ilustração 7 – Soldagem (Wikipedia)

As tubulações de cobre empregam sistemas capilares de solda (Ilustração 7). Juntas soldadas por processo de brasagem capilar (solda forte) são utilizadas quando é necessária uma maior resistência ou quando a temperatura de serviço é mais elevada. Para soldar conexões em tubulações de refrigeração é necessária uma solda com prata. (International Copper Association Latin America, 2012.)

## Principais propriedades do cobre

Além de contribuir para a construção sustentável, o cobre apresenta propriedades muito vantajosas. A seguir uma lista das principais:

1. Excelentes propriedades mecânicas
2. Resistente ao fogo e não inflamável
3. Resistente às mudanças de pressão e de temperatura
4. Impermeável e resistente à maioria dos agentes externos
5. Universal e adequado para qualquer tipo de aplicação
6. De longa durabilidade e resistência a rompimentos por envelhecimento
7. Protege a saúde
8. 100% reciclável
9. Disponível em qualquer local

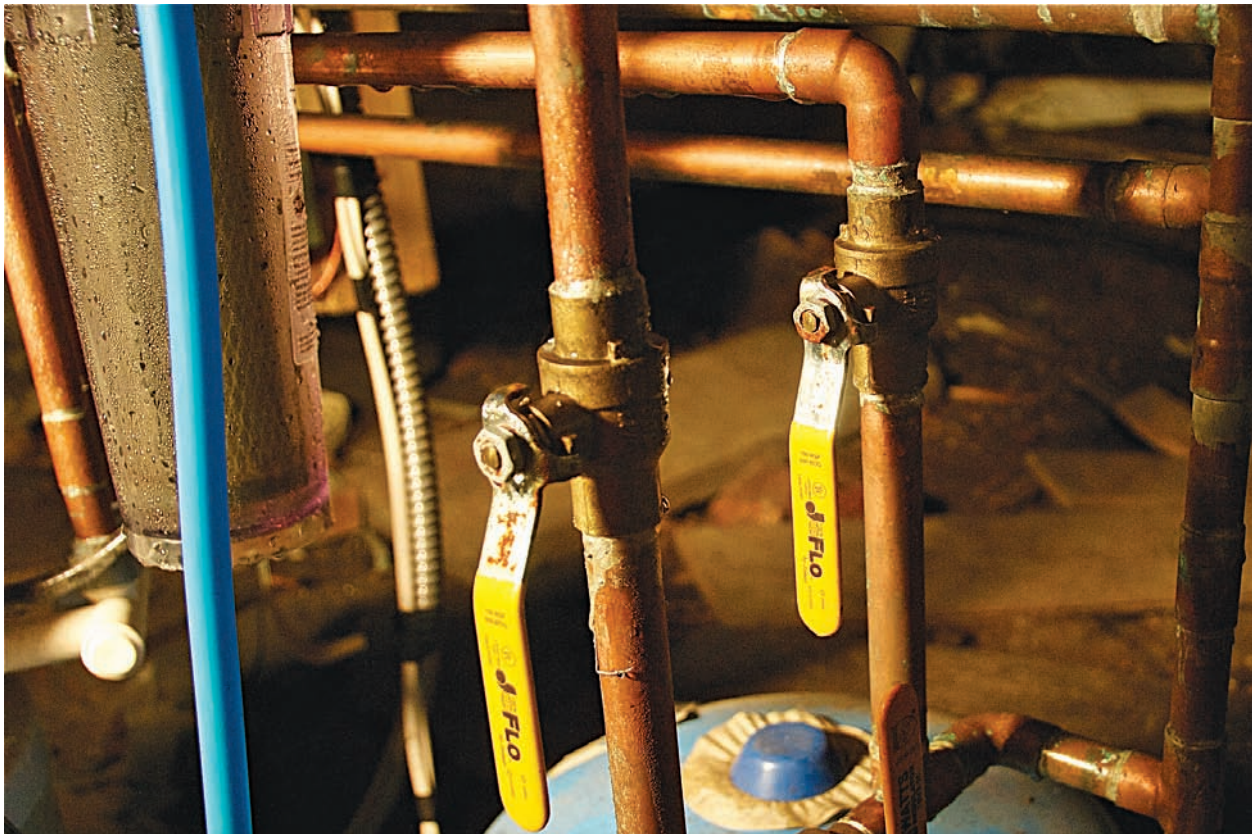


Ilustração 8 - A grande estanqueidade das uniões e a resistência ao fogo das tubulações de cobre (Vermont Digger.org)

## Bibliografía

Copper Development Association Inc. (2013). *Building Green: How Copper Can LEED the Way*.

Retrieved Julio 1, 2013, from <http://www.copper.org>

European Copper Institute. (2000). *Copper Concept*. Retrieved Julho 1, 2013, from

Copper's Contribution to Improving the Environmental Performance of Buildings:

<http://copperconcept.org/>

International Copper Association Australia. (2011, dezembro 13). *Energy Efficiency*.

Retrieved Julio 2, 2013, from <http://www.copper.com.au/>

International Copper Association Latin America. (2012). *Manual de tubería de cobre*.

Recuperado el 3 de Julio de 2013, de [www.procobre.org](http://www.procobre.org)

Koellner, T., de Baan, L., Beck, T., Brandao, M., Civit, B., Margni, M., et al. (2011, Junho 2011).

UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA. *International journal of Life Cycle Assessment*.

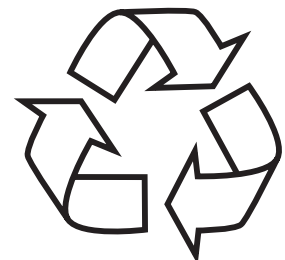
Parliamentary Office of Science and Technology. (2006). *A Definition of Carbon Footprint*.

Recuperado el 11 de Julio de 2013, de

[http://www.utm.my/co2footprintutm/files/2011/11/ISA-UK\\_Report\\_07-01\\_carbon\\_footprint.pdf](http://www.utm.my/co2footprintutm/files/2011/11/ISA-UK_Report_07-01_carbon_footprint.pdf)

U.S. Green Building Council. (2009). *Green Building Design and Construction, 2009 Edition*.

Washington, DC: USGBC.





**International Copper  
Association Brazil**

Copper Alliance

[www.procobre.org](http://www.procobre.org)