



FUNDIÇÃO
EM
FOCO

O Portal da Fundação no Brasil

O futuro das peças fundidas

**Como a pegada de carbono
redefine o valor na indústria de
fundição**

Pedro Nelson Lacava

pedrolacava@aishasolutions.com.br

CEO da Aishasolutions - Soluções Ambientais



O calor da mudança no setor de fundição

O setor de fundição, pilar da indústria global e berço de inovações desde a Revolução Industrial, sempre operou sob o calor intenso dos fornos e a pressão constante por eficiência e qualidade.

Historicamente, a excelência era medida pela resistência mecânica, precisão dimensional e custo. Hoje, um novo tipo de “calor” se faz sentir: A urgência da descarbonização.

Para fundições de aço e ferro fundido, intensivas em energia e materiais, a questão da pegada de carbono de seus produtos (*Product Carbon Footprint - PCF*) deixou de ser um tema distante, para se tornar uma prioridade estratégica inadiável.

Mas em meio a tantos desafios operacionais e investimentos já realizados, vale a pena investir na medição e gestão da pegada de carbono de cada peça fundida? A resposta, categórica, é SIM. Este artigo detalha o porquê, oferecendo um roteiro prático para sua fundição navegar nesta nova era.

Por que agora?

As pressões e oportunidades que moldam o futuro da sua fundição

Para o público de fundição, é crucial entender as forças motrizes por trás dessa tendência. Não é apenas uma moda passageira, mas uma transformação estrutural, que redefine o valor e a competitividade no mercado global.

1. A Demanda do cliente: O novo “padrão de qualidade”

- **OEMs e a cadeia de suprimentos verde:** Grandes montadoras (automotivas, máquinas pesadas, agrícolas), fabricantes de turbinas eólicas, empresas de infraestrutura e bens de capital estão sob imensa pressão para descarbonizar suas próprias cadeias de suprimentos. Isso se traduz na crescente exigência de informações sobre as *Scope 3 emissions* de seus fornecedores, ou seja, as emissões indiretas que ocorrem na cadeia de valor da empresa. Eles não apenas perguntam sobre o preço, a qualidade e o prazo de entrega da sua peça fundida, mas também sobre sua pegada de carbono verificada. Ter essa informação, muitas vezes apresentada em *Environmental Product Declarations* (EPDs) ou relatórios de PCF, pode ser o diferencial decisivo para conquistar novos contratos ou manter parcerias estratégicas. Uma EPD, por exemplo, é um documento transparente e verificável de ciclo de vida, que comunica o desempenho ambiental de um produto.
- **Mercados exigentes:** Clientes na Europa, América do Norte e outros mercados

regulados já estão exigindo EPDs ou relatórios de PCF para componentes críticos. Fundições que não conseguirem fornecer essas informações correm o risco iminente de serem excluídas de licitações e cadeias de suprimentos de alto valor.

2. Regulamentação e custos de carbono: O fator CBAM e além

- **Mecanismo de ajuste de carbono na fronteira (CBAM):** Se sua fundição exporta diretamente para a União Europeia, ou se seus clientes o fazem, o CBAM é uma realidade incontornável. Este mecanismo, que entrou em fase de transição em outubro de 2023, taxará as emissões incorporadas em produtos importados, incluindo ferro e aço (e, por extensão, peças fundidas de ferro e aço). Conhecer a pegada de carbono de suas peças é essencial para calcular e gerenciar esses custos, evitando surpresas financeiras e garantindo a competitividade no mercado europeu. A não conformidade resultará em penalidades financeiras significativas.
- **Legislação nacional e regional:** A tendência global é de precificação de carbono e regulamentações ambientais mais rigorosas. Mecanismos como o *EU Emissions Trading System* (EU ETS) e outros sistemas de *Cap-and-Trade* em diversas jurisdições indicam um futuro no qual as emissões terão um custo. Estar à frente, compreendendo e reduzindo sua PCF, significa menos riscos regulatórios, maior resiliência e mais tempo para se adaptar a um cenário de custos de carbono crescentes.

3. Eficiência operacional: Reduzindo emissões e custos na mesma medida

- **A conta de energia:** Em uma fundição, a energia é um dos maiores custos operacionais. A análise detalhada da pegada de carbono, baseada em dados de consumo, revela onde a energia está sendo mais consumida (e potencialmente desperdiçada) – seja no forno de fusão, na preparação da areia, nos sistemas de exaustão ou nos tratamentos térmicos. Isso abre caminho para otimizações que reduzem tanto as emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa), quanto a fatura de energia. Exemplos incluem: otimização do ciclo de fusão, uso de recuperadores de calor nos fornos, isolamento térmico avançado, sistemas de controle de queima inteligentes e a transição para fontes de energia renovável.
- **Otimização de matérias-primas:** A escolha da sucata, a proporção de gusa, o uso de ferroligas e aditivos, assim como a gestão de areias e ligantes, têm um impacto direto na PCF. Essa metodologia incentiva a busca por materiais com menor carbono incorporado, a otimização da carga do forno, a redução de perdas no processo (como *remelt* excessivo) e a reciclagem interna de resíduos. Isso não só diminui as emissões, mas também pode gerar economias significativas na aquisição de insumos e na gestão de resíduos.

4. Acesso a capital e reputação: O valor da sustentabilidade

- **Investidores ESG:** Bancos, fundos de investimento e agências de crédito estão cada vez mais integrando critérios ESG (*Environmental, Social and Governance*) em suas decisões. Uma fundição que demonstra compromisso com a descarbonização e possui dados verificáveis de PCF pode acessar linhas de crédito mais favoráveis (como *green loans* ou *sustainability-linked loans*), atrair investidores e melhorar sua classificação de risco. A sustentabilidade se tornou um fator de atração de capital.
- **Marca e talento:** Uma reputação sólida em responsabilidade ambiental e sustentabilidade não só melhora a imagem da sua marca junto a clientes e parceiros, mas também atrai e retém os melhores talentos em um mercado de trabalho competitivo. Colaboradores, especialmente as novas gerações, buscam empresas alinhadas com valores ambientais e sociais. Além disso, fortalece o relacionamento com a comunidade local e as partes interessadas.

Como começar?

Um roteiro prático para sua fundição

Implementar a medição da pegada de carbono pode parecer complexo, mas pode ser abordado de forma estruturada e pragmática. Este guia passo a passo desmistifica o processo para o leitor da fundição:

1. Defina o escopo: O que e onde medir?

- **Produto-alvo:** Comece com um ou dois produtos principais, de maior volume, maior valor agregado ou de maior importância estratégica para seus clientes. Isso permite um aprendizado focado antes de expandir.
- **Fronteiras do sistema:** Para fundições, o ideal é iniciar com uma análise “do berço ao portão” (*cradle-to-gate*). Isso significa considerar todas as emissões, desde a extração das matérias-primas (sucata, gusa, ferro-ligas, areias, resinas, energia) até a peça fundida sair da sua fábrica, pronta para o transporte ao cliente. Esta abordagem foca nas emissões que sua fundição tem maior controle direto ou indireto. Uma análise deste tipo, que inclui o uso e o descarte do produto, pode ser considerada em fases posteriores.
- **Unidade funcional:** Defina a base da medição de forma clara e consistente. Exemplos incluem: por quilograma de peça fundida good casting, por peça individual (para componentes padronizados de alto volume), ou por tonelada de metal líquido vazado. A escolha deve refletir a forma como seus clientes consomem o produto e como você gerencia a sua produção.

2. A qualidade dos dados é fundamental para a credibilidade da PCF

- **Consumo de Energia:** Monitore detalhadamente o consumo de eletricidade (kWh), gás natural (m³ ou GJ), coque (kg), oxigênio (m³), óleo combustível (litros), etc., por forno, por batelada e por processo (fusão, tratamento térmico, jateamento, etc.). Quanto mais granular e preciso, melhor será a identificação dos *hotspots*. Sistemas de monitoramento de energia (EMS) e medidores inteligentes são cruciais aqui.
- **Matérias-primas:** Registre o tipo e a quantidade (kg) de cada insumo - sucata (por tipo e origem), gusa, ferro-ligas (Mn, Si, Cr, Ni, Mo, etc.), areias (sílica, cromita, zirconita), resinas, catalisadores, inoculantes, desoxidantes, etc. Tente obter *emission factors* específicos de seus fornecedores (dados primários), pois são mais precisos do que dados genéricos de bancos de dados (dados secundários).
- **Processos:** Quantifique as emissões diretas de CO₂ de processos não energéticos (decomposição de carbonatos em ligantes, reações químicas específicas) e outras emissões relevantes (metano do gás natural não queimado, N₂O).
- **Transporte:** Registre as distâncias (km), modais (rodoviário, ferroviário, marítimo) e massa (toneladas) de transporte de matérias-primas (da origem à fundição) e produtos acabados (da fundição ao cliente).

3. Calcule e análise: Onde estão os “hotspots”?

- **Metodologia:** Utilize padrões reconhecidos internacionalmente como a norma ISO 14067 (*Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification*) ou o GHG *Protocol Product Standard*. Essas metodologias fornecem a estrutura para quantificar as emissões de GEE ao longo do ciclo de vida do produto. Softwares de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), como SimaPro ou GaBi, podem ser ferramentas valiosas para gerenciar os dados e realizar os cálculos, utilizando bancos de dados de *emission factors* (e.g., Ecoinvent, ecoinvent).
- **Identifique os maiores impactos:** A análise revelará quais etapas do processo (fusão, tratamento térmico, preparação da areia) ou quais insumos (eletricidade, gusa, certos ferroligas) são os maiores contribuintes para a pegada de carbono da sua peça. Estes são seus “hotspots” e representam as maiores oportunidades de redução. É comum que a fusão e o consumo de energia elétrica sejam os maiores contribuintes, seguidos pelas emissões incorporadas nas matérias-primas. Uma análise de Pareto ou um diagrama de Sankey pode visualizar esses *hotspots* de forma eficaz.

4. Verifique e comunique: Transparência é a chave

- **Auditoria externa:** Para garantir a máxima credibilidade e aceitação no mercado,

contrate uma empresa independente e acreditada para verificar seus cálculos e metodologia de PCF. A verificação por terceiros é essencial para evitar o greenwashing e assegurar que suas declarações ambientais são robustas e confiáveis.

- **Relatórios e EPDs:** Prepare relatórios claros, concisos e compreensíveis da sua PCF. Se possível e estratégico, desenvolva uma Environmental Product Declaration (EPD) para suas peças mais importantes. Uma EPD é um documento padronizado, verificável por terceiros, que resume os resultados de uma ACV de um produto, seguindo as *Product Category Rules* (PCRs) específicas para fundidos. Isso funciona como a “certidão de nascimento ambiental” do seu produto.
- **Comunicação responsável:** Use os dados e as certificações para informar seus clientes e o mercado de forma honesta e transparente. Destaque não apenas a pegada atual, mas também seus planos e metas de redução, demonstrando um compromisso contínuo com a melhoria.

Desafios e como superá-los: A realidade da fundição

A jornada da descarbonização não é isenta de obstáculos, mas cada desafio apresenta uma oportunidade para inovação e fortalecimento.

- **Complexidade dos dados:** “Sim, coletar dados precisos e consistentes em uma fundição, com múltiplos processos e fluxos de materiais, é um quebra-cabeça. No entanto, a digitalização é a chave. Invista em sistemas de monitoramento de energia e produção (MES), sensores IoT e plataformas de gestão de dados. Treine sua equipe para registrar dados de forma padronizada e considere o apoio de consultores especializados em ACV para estruturar a coleta e análise inicial.”
- **Custo inicial:** “O investimento inicial em software, consultoria, treinamento e, potencialmente, novas tecnologias pode parecer alto. No entanto, encare-o como um investimento estratégico na resiliência e competitividade de longo prazo da sua fundição. As economias geradas pela eficiência energética, a abertura de novos mercados e a mitigação de riscos regulatórios rapidamente justificam esse custo. Além disso, explore linhas de financiamento verde, incentivos governamentais e subsídios para projetos de descarbonização.”
- **Engajamento da equipe:** “A mudança cultural é fundamental. A descarbonização não é apenas uma tarefa da gerência ou do departamento de meio ambiente; é um esforço coletivo. Envolve sua equipe desde o chão de fábrica até a alta gerência. Mostre a eles como a redução da PCF beneficia a todos – desde a redução de custos e a segurança no trabalho até a melhoria da imagem da empresa e a atração de novos negócios. Crie programas de treinamento e reconhecimento para as melhores práticas.”

- **Tecnologias de baixo carbono:** “A transição para fornos elétricos alimentados por energia renovável, fornos a hidrogênio ou outras tecnologias de ponta é um caminho, mas não é o único. Mesmo otimizações menores nos processos atuais geram resultados significativos. Considere: pré-aquecimento de sucata com gases de exaustão, recuperação de calor residual para aquecimento de água ou ar, uso de oxigênio em queimadores para aumentar a eficiência, otimização de sistemas de gating e risering para reduzir a necessidade de *remelt*, e a exploração de ligantes e areias mais sustentáveis. Para grandes fundições, tecnologias de Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CCUS) podem ser uma opção a longo prazo.”

Conclusão: Forjando um futuro sustentável, peça por peça

Para a fundição de médio porte de aço ou ferro fundido, a decisão de implementar a metodologia de pegada de carbono para seus produtos não é mais uma questão de “se”, mas de “quando”. O momento atual, com suas pressões regulatórias crescentes, demandas de mercado por produtos mais verdes e a busca incessante por eficiência operacional, torna essa iniciativa um pilar inegociável para a sustentabilidade e a competitividade.

Ao abraçar essa jornada, sua fundição não apenas se adapta às exigências de um mundo em transformação, mas se posiciona como líder, inovadora e pronta para forjar um futuro mais verde, peça por peça. O calor da mudança está aqui, e sua fundição tem a oportunidade de transformá-lo em um motor de crescimento, excelência e um legado duradouro para as próximas gerações.

