CONHECIMENTO EM **AÇÃO**

Da Ciência à Decisão

Nº 05

ALICERCES PRONTOS, OBRA EM ANDAMENTO: O QUE CINCO FÁBRICAS DE CIMENTO REVELAM SOBRE O CAMINHO DA MATURIDADE EM SUSTENTABILIDADE

EDILSON DOS SANTOS JÚNIOR, HEIKO HOSOMI SPITZECK, PROF. CLAUDIMAR PEREIRA DA VEIGA ET AL.
PUC Minas, PUCPR e Fundação Dom Cabral – outubro | 2026

FDC Fundação Dom Cabral

Alicerces prontos, obra em andamento: o que cinco fábricas de cimento revelam sobre o caminho da maturidade em sustentabilidade

Cinco lições sobre como medir o que já foi conquistado e planejar o próximo salto de maturidade em sustentabilidade em indústrias intensivas em recursos, a partir de um estudo com unidades de produção de cimento no Brasil.

BASEADO EM

Process Integration and Optimization for Sustainability, 2026

DOI

10.1007/s41660-026-00788-9

TIPO

Estudo multicritério com estudo de caso · versão orientada à prática

CASO

Cinco unidades de produção de cimento em PB, MG e RJ

AUTORES

Edilson dos Santos Júnior
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Belo Horizonte (MG)

Deoclécio Cardoso da Silva Jr
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba (PR)

Heiko Hosomi Spitzeck
Fundação Dom Cabral (FDC), Nova Lima (MG)

Paulo Renato de Sousa
Fundação Dom Cabral (FDC), Nova Lima (MG)

Rodrigo Baroni de Carvalho
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Belo Horizonte (MG)

Claudimar Pereira da Veiga
Fundação Dom Cabral (FDC), Nova Lima (MG)

PALAVRAS-CHAVE

Maturidade em sustentabilidade
Indústria de cimento
Descarbonização
Benchmarking

NESTE ARTIGO

As cinco lições

O quadro geral

Por que isso importa?

Roteiro para gestores industriais

Quando uma fábrica já domina o essencial da sustentabilidade, qual é o próximo passo?

O pesquisador Edilson dos Santos Júnior, da PUC Minas, com Heiko Hosomi Spitzeck, Paulo Renato de Sousa e o professor Claudimar Pereira da Veiga, da Fundação Dom Cabral, e colegas da PUC Minas e da PUCPR, partiram de uma pergunta que acompanha executivos de indústrias intensivas em recursos.

A indústria de cimento é um caso emblemático. É essencial para a infraestrutura e a urbanização, mas responde por algo entre 5% e 8% das emissões globais de CO_2. Boa parte dessas emissões vem da própria transformação do calcário em clínquer, o que torna o setor um dos mais difíceis de descarbonizar. Mesmo assim, a indústria vem avançando: o coprocessamento de resíduos como combustível e a substituição parcial do clínquer por subprodutos de outras indústrias já fazem parte das rotas de descarbonização.

Para seguir avançando em descarbonização e economia circular, porém, é preciso saber onde cada fábrica está, e ainda faltam formas integradas de avaliar a sustentabilidade de cada unidade de produção, sobretudo em economias emergentes. Os autores construíram um modelo de maturidade com indicadores ambientais, econômicos e sociais e o aplicaram a cinco unidades integradas de um mesmo grupo cimenteiro, na Paraíba, em Minas Gerais e no Rio de Janeiro.

O estudo traz duas descobertas que valem para qualquer indústria intensiva em recursos. A primeira:

as fábricas já construíram uma base sólida, com conformidade às normas, controle de emissões e segurança no trabalho, e o próximo salto de maturidade virá de estratégias que vão além dessa base. A segunda: os pilares da sustentabilidade avançam em ritmos diferentes, e olhar cada um deles revela oportunidades que uma nota geral não mostra.

A seguir, as cinco lições, do diagnóstico à comparação entre unidades, e o que cada uma pode significar para quem lidera operações industriais.

As cinco lições

LIÇÃO 1 · BASE SÓLIDA

Uma base sólida, pronta para o próximo salto

O primeiro achado é positivo: todas as cinco unidades avaliadas alcançaram o mesmo patamar, "Aceitável", e nenhuma foi classificada como "Ruim". As notas variaram de 5,41 a 6,15, numa escala em que o nível "Bom" começa em 7. O grupo não tem retardatários, e o próximo objetivo está claro: chegar aos níveis "Bom" e "Excelente".

Para os autores, o retrato traz uma conquista e um convite. As regras e a fiscalização atuais têm sido eficazes para evitar desempenhos muito baixos, e as fábricas responderam a elas. Levar as unidades à fronteira, porém, pede um passo adicional: complementar a lógica do cumprimento de normas e das melhorias incrementais com estratégias de transformação.

> **Para o líder.** A conformidade é um piso firme sobre o qual construir, não o teto. A pergunta: além de mostrar que vocês evitam problemas, os indicadores de sustentabilidade da sua operação já mostram como estão mudando a forma de produzir?

LIÇÃO 2 · TRAJETÓRIAS

Os três pilares avançam em ritmos próprios

Quando a avaliação é aberta por pilar, a ordem das unidades muda, e cada pilar ganha sua própria referência interna. A Unidade 5 lidera nos pilares social e econômico e ainda tem a avançar no ambiental, em que ficou em último lugar. A Unidade 2 é a primeira no ambiental e ainda tem a avançar no social, em que ficou em último lugar.

Para os autores, isso mostra que a maturidade em sustentabilidade não é um processo linear nem uniforme. Cada unidade segue uma trajetória própria, moldada por prioridades da gestão local, tecnologias herdadas e restrições de investimento. Avanços em um pilar não se convertem automaticamente em progresso nos outros, mas mostram, dentro de casa, o que é possível alcançar.

> **Para o líder.** Os avanços já conquistados em cada pilar ganham força, e levam a operação a níveis mais altos de maturidade, quando fazem parte de uma estratégia que alinhe deliberadamente competitividade, meio ambiente e responsabilidade social. Na sua empresa, quem cuida de que os três pilares avancem juntos?

LIÇÃO 3 · LEITURA

Olhar além da nota geral revela oportunidades

Unidades com notas gerais muito parecidas podem seguir caminhos bem diferentes. Algumas priorizam eficiência de custos e resultado financeiro de curto prazo; outras investem mais em controle ambiental e ainda têm espaço para crescer nos indicadores sociais.

Por isso, os autores recomendam ir além da nota agregada na hora de decidir. A decomposição por pilar e por indicador é o que permite enxergar se uma unidade responde mais a pressões econômicas, ambientais ou sociais, e ajustar as ações de acordo.

> **Para o líder.** Rankings e notas únicas de ESG são ótimos para comunicar o que já foi feito; para gerir o próximo passo, é preciso mais detalhe. A pergunta: seus painéis de sustentabilidade permitem ver onde cada unidade está forte e onde pode avançar, ou só quem está à frente?

LIÇÃO 4 · PRÓXIMA FRONTEIRA

Emissões e segurança sob controle; a próxima fronteira é energia e circularidade

O detalhamento por indicador mostra onde estão os pontos fortes e as oportunidades comuns às cinco unidades. O ponto mais forte foi o investimento em saúde e segurança dos trabalhadores, com nota 8,33 em todas elas, valor que na escala do estudo já corresponde ao nível "Bom". O controle de emissões também apareceu entre os melhores resultados, com níveis satisfatórios em quase todas as unidades.

As maiores oportunidades de avanço se concentraram em outro lugar: consumo de energia, cogeração, uso de materiais reciclados e reutilizados e participação de energia renovável no pilar ambiental; custos de logística e de manutenção no econômico; e horas de treinamento no social. O Quadro 1 resume esse contraste.

Pilar	Indicador	Nota média (0 a 10)
PONTOS FORTES		
Social	**Investimento em saúde e segurança dos trabalhadores**	**8,33 em todas**
Ambiental	**Emissões de CO_2 por unidade de produção**	**6,53**
Ambiental	**Emissões de NOx por unidade de produção**	**6,47**
OPORTUNIDADES DE AVANÇO		
Ambiental	**Consumo total de energia (térmica e elétrica)**	**3,67 em todas**
Econômico	**Custos de logística**	**3,94**
Econômico	**Custos de manutenção e melhorias**	**4,20 (de 2,00 a 7,00)**
Ambiental	**Parcela de energia gerada por cogeração**	**4,67 em todas**
Ambiental	**Materiais reutilizados e reciclados; energia renovável**	**5,00 em todas**
Social	**Total de horas de treinamento dos empregados**	**5,07**

Quadro 1. Indicadores com as maiores e as menores notas médias nas cinco unidades avaliadas. Fonte: elaborado com base em Santos Júnior et al. (2026).

> **Para o líder.** Onde a regulação estabeleceu metas, como em emissões e segurança, as fábricas responderam e as notas são mais altas, sinal de que sabem entregar quando o alvo é claro. Onde a melhoria depende de investimento e de mudança de processo, como em energia e circularidade, está o maior espaço para ganhos. A pergunta: seu plano de sustentabilidade tem metas e recursos para o que vai além do obrigatório?

LIÇÃO 5 · COMPARAÇÃO

Comparar unidades para aprender entre elas

Como todas as unidades estão na mesma faixa, diferenças relativamente pequenas nos indicadores podem mudar sua posição no grupo. Para os autores, isso mostra tanto a sensibilidade do modelo quanto o potencial de melhorias direcionadas para aproximar as unidades de níveis mais altos de maturidade.

A comparação abre espaço para aprendizado entre as unidades. Boas práticas em saúde e segurança, geração de receita, eficiência de custos, controle de emissões e uso de recursos podem ser transferidas e adaptadas de uma fábrica para outra, acelerando a evolução do conjunto.

O modelo foi construído em três etapas: especialistas validaram 28 indicadores entre 52 identificados na literatura, definiram o peso de cada um e, por fim, executivos com conhecimento

operacional avaliaram as unidades. O pilar econômico recebeu o maior peso (37,71%); o ambiental e o social, cerca de 31% cada.

> **Para o líder.** A comparação interna é uma ferramenta de gestão com grande potencial ainda a explorar. A unidade que lidera em um pilar pode ensinar as demais, e a que está atrás pode receber apoio específico. Sua empresa compara unidades para premiar, ou para aprender?

O quadro geral

Nenhuma das cinco lições funciona isolada. Juntas, desenham um diagnóstico encorajador: as unidades construíram uma base sólida, cumprem as normas, controlam emissões e protegem seus trabalhadores. O caminho à frente passa por equilibrar o avanço entre os pilares e aproveitar oportunidades comuns em energia, circularidade, custos e capacitação.



Figura 1. Nota geral de maturidade em sustentabilidade das cinco unidades avaliadas e faixas de classificação. Fonte: elaborada com base em Santos Júnior et al. (2026).

A base já está construída. O próximo salto vem de alinhar os três pilares.

A distância entre a melhor e a pior unidade é de menos de um ponto, e a unidade mais avançada está a apenas 0,85 ponto do nível "Bom". Para os autores, chegar a níveis mais altos em indústrias como a de cimento exige modernização tecnológica, integração operacional e investimentos em transição, já que as melhorias tendem a ser graduais pela intensidade de capital e pela longa vida útil dos equipamentos. É uma jornada de longo prazo, e o ponto de partida é favorável.

Os autores também registram limites. A amostra reúne cinco unidades de um único grupo, os pesos e as avaliações dependem do julgamento de especialistas e executivos, e o estudo retrata um único momento. O modelo deve ser lido como ferramenta de diagnóstico e comparação, e não como substituto de auditorias operacionais.

Por que isso importa?

Empresas de setores intensivos em recursos estão sob pressão crescente de investidores, clientes e reguladores para descarbonizar e adotar práticas circulares e, ao mesmo tempo, diante da oportunidade de transformar desempenho ambiental em vantagem competitiva. Muitas já respondem com relatórios, metas e avanços concretos; o desafio agora é saber com precisão onde cada operação está e para onde direcionar o próximo esforço. O estudo traz três consequências práticas:

> **Da conformidade à gestão de maturidade.** A lógica de maturidade vai além do monitoramento da conformidade e apoia uma gestão orientada à melhoria contínua e ao desempenho.

Investimento com prioridade clara. O diagnóstico por indicador mostra onde investir: eficiência energética, economia circular, otimização logística e desenvolvimento das equipes.

Políticas que premiem a evolução. Os autores sugerem vincular crédito, incentivos fiscais e licenciamento mais ágil ao avanço na escala de maturidade, e não apenas ao cumprimento estático das normas.

Roteiro para gestores industriais

A partir das contribuições gerenciais apontadas pelos autores, o caminho pode ser organizado em cinco passos, úteis também a outros setores intensivos em recursos, como mineração, siderurgia e química.

1 **Definir os indicadores:** selecione, com especialistas, indicadores ambientais, econômicos e sociais adequados à realidade do setor e do país.

2 **Atribuir pesos:** estabeleça a importância relativa de cada indicador e de cada pilar, de forma explícita e justificada.

3 **Avaliar cada unidade:** meça o desempenho por indicador, por pilar e no conjunto, sem se limitar à nota geral.

4 **Priorizar as oportunidades:** direcione investimentos para onde as notas são mais baixas e o potencial de ganho é maior.

5 **Comparar e transferir práticas:** use a comparação entre unidades para identificar referências internas e acelerar o aprendizado.

Imagine uma empresa em que cada unidade sabe exatamente onde está em cada pilar, conhece suas oportunidades e aprende com as unidades vizinhas. É esse tipo de gestão que transforma a sustentabilidade de exigência regulatória em estratégia de negócio, e as fábricas de cimento já têm a base para chegar lá.

Sobre este texto. Este texto é uma versão orientada à prática do artigo "Sustainability Maturity Assessment: Benchmarking in Brazilian Cement Plants Using Fuzzy Multi-criteria Methods", de Edilson dos Santos Júnior, Deoclécio Cardoso da Silva Jr, Heiko Hosomi Spitzeck, Paulo Renato de Sousa, Rodrigo Baroni de Carvalho e Claudimar Pereira da Veiga, publicado na Process Integration and Optimization for Sustainability, 2026 (DOI 10.1007/s41660-026-00788-9). O estudo avalia cinco unidades de um único grupo cimenteiro, com base no julgamento de especialistas e executivos, em um único momento. Seus achados indicam caminhos, mas pedem adaptação a cada contexto.

LEIA O ARTIGO COMPLETO O texto completo, com revisão por pares, referências e a lista completa de indicadores, está na Process Integration and Optimization for Sustainability, em acesso aberto.

Acessar artigo original →