

RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

**PRÁTICAS E CONTRIBUIÇÕES DE ECOINOVAÇÃO PARA A ECONOMIA
CIRCULAR: UM ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

ANTÔNIO WERBITON MARINHO ALMEIDA/ PROF. DR. BRUNO CHAVES CORREIA LIMA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E
CONTROLADORIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO E CONTROLADORIA**

ANTÔNIO WERBITON MARINHO ALMEIDA

Produto Técnico resultado da pesquisa

**PRÁTICAS E CONTRIBUIÇÕES DE ECOINOVAÇÃO PARA A ECONOMIA
CIRCULAR: UM ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA
2025**

ANTÔNIO WERBITON MARINHO ALMEIDA

**PRÁTICAS E CONTRIBUIÇÕES DE ECOINOVAÇÃO PARA A ECONOMIA
CIRCULAR: UM ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Produto Técnico resultante do Trabalho de Conclusão de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria da Universidade Federal do Ceará, como produção técnica da área de concentração de Gestão Organizacional.

Linha de Pesquisa: Estratégias e Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Bruno Chaves Correia Lima

FORTALEZA
2025

Título: Práticas e Contribuições de EcoInovação Para a Economia Circular: Um Estudo de Caso na Construção Civil [Relatório Técnico Conclusivo]

Autores: Antônio Werbiton Marinho Almeida/ Prof. Dr. Bruno Chaves Correia Lima

Coordenação do Programa de Pós-Graduação: Profa. Dra. Alessandra Carvalho de Vasconcelos PPAC Profissional e Prof. Dr. Augusto César de Aquino Cabral do PPAC Profissional

Editor: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Edição Eletrônica: setembro de 2025

ISBN: 978-85-7485-568-4

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade (FEAAC)

Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria – PPAC Profissional

Av. da Universidade, 2431, Benfica, CEP 60020-180, Fortaleza - CE

Telefone: (85) 3366-7816

Endereço eletrônico: <https://ppacprof.ufc.br>

Resultado da pesquisa Práticas e Contribuições de EcoInovação Para a Economia
Circular: Um Estudo de Caso na Construção Civil

Turma: MPAC/ 01/2023/IEL

Instituição contratante: IEL

Prezado Sr.(a) “Presidente/Superintendente/Diretor(a) da Instituição Contratante”,

Apresentamos a seguir um Relatório Técnico referente à pesquisa realizada por **Antônio Werbiton Marinho Almeida**, sob a orientação do Prof. Dr. Bruno Chaves Correia Lima orientador, no período de 2024 a 2025, no âmbito do Mestrado Profissional em Administração e Controladoria da Universidade Federal do Ceará.

Estamos certos de que este trabalho constitui um relevante instrumento para melhorias das ações empreendidas pelo(a) “instituição contratante” junto a suas instituições parceiras.

Atenciosamente,

Antonio Werbiton Marinho Almeida, Me. em Administração e Controladoria (UFC)
Bruno Chaves Correia Lima”, Dr. Em Administração pela Universidade Federal da Bahia

DETALHAMENTO DO RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

Correspondência com os novos subtipos-produtos técnicos/tecnológicos:

☒ Relatório técnico conclusivo – Processos de gestão elaborado

Finalidade:

Analisar as práticas de ecoinovação adotadas por uma indústria da construção civil brasileira e suas contribuições para favorecer a transição para a economia circular na organização.

Impacto – Nível:

☒ Médio

Impacto – Demanda:

☒ Espontânea

Impacto – Objetivo da Pesquisa:

☒ Solução de um problema previamente identificado

Impacto - Área impactada pela produção:

☒ Econômico

Impacto – Tipo:

☒ Potencial

Descrição do tipo de Impacto:

Disseminação de práticas que potencializem a gestão organizacional.

Replicabilidade:

☒ Sim

Abrangência Territorial:

☒ Nacional

Complexidade

☒ Média

Inovação:

☒ Baixo teor inovativo

Setor da sociedade beneficiado pelo impacto:

☒ Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas

Declaração de vínculo do produto com PDI da Instituição:

☒ Não

Houve fomento?

☒ Cooperação

Há registro/depósito de propriedade intelectual?

☒ Não

Há transferência de tecnologia/conhecimento?

☒ Não

ISBN: 978-85-7485-568-4

1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa teve como foco principal analisar as práticas de ecoinovação adotadas por uma indústria da construção civil brasileira e suas contribuições para favorecer a transição para a economia circular na organização.

Este objetivo se alinha à necessidade de as organizações responderem às crescentes demandas por desenvolvimento sustentável e incorporarem práticas ambientais em suas estratégias.

Em um contexto global de crescentes demandas por desenvolvimento sustentável, o setor da construção civil, reconhecido por seu alto consumo de recursos e geração de resíduos, enfrenta o imperativo de transformar suas operações. É nesse cenário que as ecoinovações surgem como um vetor estratégico para facilitar a migração do modelo linear para o modelo de Economia Circular, além de contribuir para a literatura ao oferecer um estudo de caso aprofundado, preenchendo a lacuna sobre a aplicabilidade prática de ecoinovações e seus desafios no contexto específico da construção civil brasileira.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise foi realizada à luz dos objetivos específicos que nortearam este trabalho: identificar quais fatores motivaram a empresa a adotar práticas de ecoinovação; examinar como essas práticas resultaram no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis, levando em consideração a redução de impactos ambientais, o uso de materiais recicláveis e a eficiência do ciclo de vida do produto; avaliar em que medida as inovações implementadas se alinham a indicadores de circularidade e como elas contribuem para a gestão de recursos; e investigar quais barreiras ainda existem para a plena adoção dessas práticas.

A pesquisa documental foi essencial para a elaboração desta dissertação, permitindo entender de que maneira as práticas de ecoinovação favorecem a economia circular na construção civil. Segundo Pereira e Oliveira (2024), a análise documental possibilita a organização de informações provenientes de várias fontes, permitindo a comparação de dados oficiais, institucionais e normativos, o que resulta em evidências mais sólidas que enriquecem métodos qualitativos, como entrevistas e observação. Os documentos escolhidos para esta dissertação foram analisados em relação à sua relevância, credibilidade e aplicabilidade ao caso em questão.

Segundo Cellard (2008), os documentos institucionais são essenciais para entender as atividades da organização e avaliar a eficácia das políticas internas. Eles permitiram identificar indicadores de desempenho ambiental e mensurar os efeitos das ecoinovações.

A pergunta central desta pesquisa foi respondida de forma satisfatória: as práticas de ecoinovação podem favorecer a economia circular na construção civil ao minimizar impactos ambientais, economizar recursos e fortalecer relações com demandas sociais. Essa conclusão foi respaldada pelos dados coletados e analisados, que mostraram uma relação clara entre a implementação sistemática de práticas de ecoinovação e os resultados positivos para as empresas.

Conforme indicam Hojnik e Ruzzier (2016), os obstáculos à inovação não se restringem apenas aos custos, mas também se referem à ausência de capacidades internas para inovar. Essas visões se relacionam com a realidade da construção civil no Brasil, que ainda se caracteriza pela significativa produção de resíduos (ABRELPE, 2022).

A empresa pesquisada recicla pavimentos asfálticos demolidos através de usina de asfalto, rompedor ou fresagem asfáltica e utiliza este resíduo como matéria prima em um novo processo, além de CAP e produtos pétreos na produção de misturas asfálticas. Essa prática contribui para a redução do desperdício de materiais e a conservação de recursos naturais.

A reciclagem de pavimentos asfálticos configura-se como uma estratégia sustentável que promove a reutilização de materiais provenientes da demolição ou fresagem de revestimentos antigos na formulação de novas misturas asfálticas. Essa abordagem gera importantes benefícios, como a conservação de recursos naturais, a otimização de custos operacionais e a mitigação dos impactos ambientais, ao reduzir a necessidade de extração de novas matérias-primas e o volume de resíduos descartados. Segundo Felix e Gomes (2019), a negociação e o planejamento estratégico desempenham um papel essencial nesse processo, sendo fatores determinantes para a obtenção de resultados positivos, especialmente em relação à redução dos custos finais das obras. Em um mercado cada vez mais diversificado e competitivo, como o da construção civil, essas práticas tornam-se fundamentais para garantir a viabilidade econômica e a responsabilidade socioambiental dos empreendimentos.

A reciclagem agrega valor econômico, ecológico e logístico aos materiais, permitindo que voltem ao ciclo produtivo como novas matérias-primas e promovendo a reutilização de bens pós-consumo (Luchezzi & Terence, 2014). No entanto, o modelo econômico atual, baseado em uma economia linear de extração, produção, consumo e descarte, compromete a

sustentabilidade ao explorar recursos naturais além da capacidade de regeneração e gerar grandes volumes de resíduos (Cosenza, Andrade & Assunção, 2020). Diante disso, empresas têm investido na Logística Reversa, economia circular para garantir sustentabilidade, embora enfrentem resistência devido aos custos elevados (Gagliardi & Lanzotti, 2018). O Desenvolvimento Sustentável é urgente em um mundo com consumo e produção crescentes, impulsionados por uma população em expansão acelerada.

Apesar dos benefícios, a implementação do pavimento reciclado enfrentou desafios que foram superados por meio de estratégias específicas. Vale ressaltar que por meio dos benefícios da implementação do pavimento reciclado são identificados fatores motivadores para a ecoinovação, como a redução de custos e a demanda por sustentabilidade, destacando o pavimento reciclado e o uso de energia limpa. Esta discussão também analisa os benefícios ambientais e econômicos, a medição de impactos sustentáveis através de indicadores de circularidade, e as estratégias de ampliação do uso do produto.

Os resultados obtidos evidenciam uma clara sinergia entre as ecoinovações e os princípios da Economia Circular: Ecoinovações praticadas, iniciativas como o uso de pavimentos reciclados, a adoção de fontes de energia limpa e a promoção de uma cultura organizacional voltada à sustentabilidade foram identificadas. Além da Contribuição para a Economia Circular, reduzindo dos impactos ambientais com a diminuição na extração de matéria-prima, reaproveitamento de Resíduos com o fechamento de *loops* materiais dentro da cadeia produtiva (reduzindo o descarte) e a melhoria da eficiência operacional com ganhos decorrentes da otimização de recursos e processos. Fatores estimuladores liderança engajada, certificações e vantagem competitiva e *compliance*. Fatores limitantes (Barreiras): Altos custos iniciais, resistência culturais e burocracia/regulamentação.

ATIVIDADE OPERACIONAL – DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- ETAPA 01 - PESAGEM DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DEMOLIDO

- a. Para controle dos volumes originados por cada produtor de resíduos, o pavimento asfáltico demolido recebido pela empresa, independente da sua origem, é pesado em balança rodoviária;
- b. O produtor do resíduo recebe um ticket de controle atestando que efetuou a entrega do resíduo que será reciclado pela empresa.

Figura 1: Visão geral dos silos, esteira, misturador, elevador de arrase e tanque de estocagem



- ETAPA 02 - SEGREGAÇÃO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DEMOLIDO

a. O pavimento asfáltico demolido (PAD) é originário das obras de recuperação, restauração ou conservação de ruas, avenidas e rodovias municipais, estaduais e federais;

b. Existem dois métodos para obtenção do PAD:

ü Por Demolição: Extração utilizando rompedores pneumáticos, ferramentas manuais ou máquinas tipo escavadeira ou carregadeira;

ü Por Fresagem: Extração utilizando máquina fresadora de pavimento a frio.

Obs.: Independentemente do método de extração convencionou-se adotar o termo pavimento Asfáltico Demolido (PAD) para qualquer tipo de pavimento asfáltico cujo destino seja a reciclagem.

c. O PAD sofre o primeiro processo de segregação, conforme o seu método de extração (demolição ou fresagem);

O segundo processo de segregação consiste em separá-lo conforme o seu traço de origem

d. O terceiro e último processo de segregação consiste em separar o PAD conforme o produtor do resíduo.

Figura 2: Peneira segregadora de fresagem



Fonte: Insttale (2025).

- ETAPA 03 - CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DEMOLIDO

- a. Nesta etapa o PAD cujo método de extração tenha sido através de fresagem será submetido a análise laboratorial para determinação da granulometria;
- b. Estando a granulometria em conformidade com a Norma DNIT 033/2005 – ES – Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico Reciclado a Quente na Usina – Especificação de Serviço, o PAD será destinado a inserção direta no processo produtivo de reciclagem;
- c. Não estando a granulometria em conformidade com a Norma DNIT 033/2005 – ES – Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico Reciclado a Quente na Usina – Especificação de Serviço, o PAD será destinado a moagem.

Figura 3: Classificação do Pavimento Asfáltico Demolido



Fonte: Insttale (2025).

- ETAPA 04 - MOAGEM DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DEMOLIDO

- a. O PAD originado por processo de demolição, e aquele cujos testes laboratoriais indicaram desconformidade de granulometria, no qual será submetido a processo de moagem;
- b. O processo de moagem consiste em reduzir as dimensões do PAD, ajustando a granulometria, possibilitando o atendimento a Norma DNIT 033/2005 – ES – Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico Reciclado a Quente na Usina – Especificação de Serviço.

Figura 4: Britador para moagem.



Fonte: Insttale (2025).

- ETAPA 05 – UTILIZAÇÃO DO PAD

- a. O PAD que esteja em conformidade com a Norma DNIT 033/2005 – ES – Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico Reciclado a Quente na Usina – Especificação de Serviço, será utilizado no processo de produção do Asfalto Reciclado;
- b. A quantidade de PAD a ser inserido no processo de produção do Asfalto Reciclado é variável conforme o traço especificado para cada obra.

Figura 5: Conforme as normas citadas no item anterior ao RCD será utilizado no processo de produção de solo melhorado para uso em pavimentação rodoviária.



Fonte: Insttale (2025).

O processo de produção das misturas asfálticas ocorre na usina de asfalto e consiste no carregamento dos agregados nas proporções definidas no projeto da mistura asfáltica em cada silo dosador. Posteriormente, seguem através de componentes de transporte do equipamento para o subconjunto chamado tambor secador/misturador, onde são misturados, secos e aquecidos a uma temperatura entre 150° e 170° C para em seguida, na zona de mistura, acontecer a injeção de ligante asfáltico, também aquecido à temperatura similar, para a mistura dos agregados e ligante. Em seguida, a mistura asfáltica produzida é transportada em um subconjunto denominado elevador para o silo de estocagem de massa pronta e posterior descarga em caminhões basculantes. A mistura asfáltica é transportada em caminhões basculantes para o local a ser pavimentado.

O controle eficiente do retorno dos resíduos da construção e demolição (RCD) e dos pavimentos asfálticos demolidos (PAD) é crucial para reintegrá-los em novos ciclos produtivos,

sendo esse o principal objetivo da logística reversa na construção civil. Embora existam desafios na implementação de projetos com empresas recicladoras e fundamentos desfavoráveis à reciclagem, ao longo do tempo, novas oportunidades vêm surgindo para a restauração e reutilização desses materiais.

A usina de produção de asfalto reciclado é outro destaque do empreendimento. O processo de reciclagem, esse caso, o processo começa com a britagem e peneiramento do pavimento asfáltico demolido que será reciclado para ser devidamente dosado na proporção previamente estudada e definida em projeto da mistura asfáltica reciclada, injetado na usina de asfalto em um compartimento próprio onde não receberá chama direta do queimador que seca e aquece os agregados virgens, sendo em seguida misturado aos agregados virgens e ao CAP. No Quadro 1 são apresentados as matérias-primas, quantidade mensal e acondicionamento desse material.

Quadro 01: Matéria prima

MATÉRIA PRIMA	MÉDIA MENSAL	ACONDICIONAMENTO
Pavimento asfáltico demolido	1.000 toneladas	Ao tempo
Pavimento asfáltico fresado	2.000 toneladas	Ao tempo
Resíduos de construção e demolição	1.000 toneladas	Ao tempo
Areia de campo	2.000 toneladas	Ao tempo
Pedra britada	13.000 toneladas	Ao tempo
Pó de pedra	12.000 toneladas	Ao tempo
CAP 50/70	300 toneladas	Tanques de armazenamento

Fonte: RAMA (2025)

3. CONCLUSÃO

Conclui-se que a empresa estudada, ao integrar inovação tecnológica, gestão estratégica e responsabilidade socioambiental, não apenas fortalece sua competitividade, mas, de forma mais significativa, configura um modelo replicável de transição para a Economia Circular no setor da Construção Civil. A ecoinovação atua, portanto, como uma alavanca para a sustentabilidade corporativa.

O estudo de caso revela que a transição para a Economia Circular na Construção Civil está em andamento, impulsionada pela ecoinovação, mas enfrenta desafios significativos em áreas regulatórias, culturais, tecnológicas e logísticas. Embora a ecoinovação seja um motor importante para essa transição, barreiras precisam ser superadas para alcançar a circularidade plena. A adoção da Economia Circular na Construção Civil é uma necessidade ambiental e uma

oportunidade econômica estratégica. Esta pesquisa busca contribuir para a reflexão e inspirar ações concretas em prol de um ambiente construído mais sustentável e regenerativo.

Metodologicamente, a pesquisa avançou ao operacionalizar a circularidade por meio da adaptação de um framework de indicadores baseado nos princípios da economia circular, ajustado à cadeia de valor da construção civil. Foram desenvolvidos indicadores específicos que refletem a aplicação de ecoinovações nas diferentes fases do ciclo de vida dos materiais descartados na construção civil, em vez de se limitar a métricas gerais.

Esta pesquisa buscou entender como a ecoinovação pode impulsionar a economia circular na construção civil. Esperamos que os resultados inspirem futuras investigações e ações concretas em prol de uma construção mais sustentável.

Em síntese, este estudo contribui para a compreensão da relação entre ecoinovação e economia circular na construção civil. Esperamos que inspire novas pesquisas e iniciativas para uma construção mais sustentável e circular.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 18 ago. 2025.
- CELLARD, A. A Análise Documental. In: POUPART, J. et al. (Orgs.) **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- COSENZA, J. P., ANDRADE, E. M. & ASSUNÇÃO, G. M. (2020). Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 9(1), 1-30, e16147. e-ISSN: 2316-9834. <https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16147>.
- HOJNIK, J.; RUZZIER, M. What drives eco-innovation. **A review of an emerging literature Environmental Innovation and Societal Transitions** 19 (2016) 31–41, 2016.
- FELIX, K. DOS S. & GOMES, R. L. R. (2019). Negociação e planejamento de suprimentos na construção civil. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Vol. 08, Nº 11 noviembre. ISSN:1696-8352. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/suprimentos-construcaocivil.html>. Acesso em: 29/04/2025.
- GAGLIARDI, R. & LANZOTTI, C. R. (2018). Logística Reversa de Pneus: um caminho voltado para o desenvolvimento sustentável. *Revista Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 492–503, 2018. <https://doi.org/10.31510/inf.v15i2.389>.

LUCHEZZI, C. & TERENCE, M. C. (2014). Logística reversa aplicada na construção civil. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 144-160, out. 2014. ISSN: 1518-7470.

PEREIRA, N. X.; OLIVEIRA, G. S. de. Observação e análise documental as suas contribuições na pesquisa científica. *Humanidades & Tecnologia (FINOM)*. ISSN: 1809-1628. vol. 46- jan. /mar. 2024. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10565180>.

_____. *DNER-ME 033/05: Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico reciclado a quente na usina - Especificação de serviço*, Revisão da norma DNER-ES 318/97.