EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

# Sustentabilidade e inovação tecnológica na construção civil: reaproveitamento de materiais e economia circular

**Marcos Gonçalves**
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR
**Gustavo Mello**
Departamento Acadêmico de Mecânica - UNIFACEAR
**Angelo Marcelo Tusset**
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

**Resumo:** A indústria da Construção Civil tem relevante importância no cenário sócio econômico no desenvolvimento da sociedade, promovendo avanços na melhoria da qualidade de vida das pessoas e ambientes, contudo a utilização de recursos naturais e matérias-primas como insumos, ocasiona um alto índice de geração de resíduos, promovendo uma necessidade de estudos para aumento da sustentabilidade com aplicação de inovações tecnológicas e recurso afim de reduzir impactos ambientais provocados pela atividade. Como objetivo este artigo visa analisar conceitos de reaproveitamento, reutilização e reciclagem na indústria da construção civil, provenientes de demolições, novas obras e reformas, aplicando conceitos de desenvolvimento sustentável, economia circular, logística reversa, desconstrução, economia circular e reciclagem em materiais de obras. A mudança de conceito de construção linear, baseada em extrair, produzir, utilizar e descartar, por um modelo circular, que proporcione uma maior utilização de materiais ao longo do tempo de execução da obra, analisando a possibilidade de reutilização de materiais, insumos e componentes pelo maior tempo possível. Analisadas as possibilidades de reaproveitamento de materiais como madeira, argamassa, blocos de vedação, vidro, plástico, materiais elétricos e hidráulicos, gesso, dentre outros que permitam reaplicação, reciclagem ou reaproveitamento através do estudo conclui-se que o reaproveitamento de materiais pode proporcionar ganhos econômicos, ambientais, com a redução de extração de recursos naturais, menor quantidade de resíduos acumulados em aterros e economia financeira as empresas proporcionando maior competitividade no mercado

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Reaproveitamento de materiais, Resíduos da construção civil, Economia circular, Inovação tecnológica.

# Sustainability and technological innovation in civil construction: material reuse and circular economy

**Abstract:** The Civil Construction industry plays a significant role in the socioeconomic development of society, contributing to improvements in people's quality of life and built environments. However, the use of natural resources and raw materials as inputs results in a high rate of waste generation, creating a need for studies aimed at increasing sustainability through the application of technological innovations and resources to reduce the environmental impacts caused by construction activities. The objective of this article is to analyze the concepts of material recovery, reuse, and recycling in the civil construction industry, particularly materials originating from demolitions, new construction projects, and renovations. The study applies concepts related to sustainable development, circular

economy, reverse logistics, deconstruction, and recycling of construction materials. The transition from the conventional linear construction model, based on extracting, producing, using, and disposing of materials, to a circular model can promote greater utilization of materials throughout the construction process by assessing the possibility of reusing materials, resources, and components for as long as possible. The possibilities for recovering materials such as wood, mortar, masonry blocks, glass, plastics, electrical and plumbing materials, gypsum, among others that allow reuse, recycling, or recovery, were analyzed. The study concludes that the recovery and reuse of construction materials can provide economic and environmental benefits by reducing the extraction of natural resources, decreasing the amount of waste disposed of in landfills, and generating financial savings for companies, thereby increasing their competitiveness in the market.

**Keywords:** Sustainability, Material reuse, Construction and demolition waste, Circular economy, Technological innovation.

## 1. Introdução

A construção civil representa um dos principais setores produtivos da sociedade, contribuindo para o desenvolvimento da infraestrutura através da modificação dos espaços urbanos com melhoria de recursos necessários ao bem estar das pessoas, mobilidade, conforto entre outros aspectos. Entretanto, as atividades geram grandes demandas de resíduos, consumo de recursos finitos, como água e energia, acúmulo de resíduos em aterros ou áreas de reserva.

O modelo praticado tradicionalmente no setor pode ser caracterizado por uma lógica linear de produção, na qual os recursos naturais são extraídos, transformados em materiais e produtos, utilizados nas edificações e, posteriormente, descartados. Esse modelo contribui para o aumento da demanda por recursos naturais e para a geração de grandes volumes de resíduos.

A preocupação com esses impactos levou ao desenvolvimento de políticas e estratégias específicas para a gestão dos resíduos da construção civil. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão desses resíduos, considerando a necessidade de reduzir os impactos ambientais e reconhecendo a viabilidade técnica e econômica da utilização de materiais provenientes da reciclagem CONAMA, (2002).

A possibilidade de reaproveitamento em níveis de reciclagem ou recolocação surge como proposta de adequação na cadeia produtiva mudando o simples conceito de destinação de resíduos de processo, tornando necessário a valoração de subprodutos descartados no decorrer da obra, gerando economia no custo final do empreendimento.

Segundo GEISSDOERFER et al., (2017), a economia circular está relacionada a criação de sistemas capazes de manter produtos, insumos, componentes e materiais por períodos mais longos dentro do processo produtivo, a ideia de reaproveitamento, reciclagem ou recolocação na indústria da construção civil se assemelha a este conceito. Neste contexto a inovação tecnológica na construção civil, como britagem, processamento de materiais, controle de qualidade na utilização, reaproveitamento, permitem transformar materiais de descarte em reutilizáveis na cadeia produtiva.

Com base no conceito de economia circular, o objetivo deste artigo é verificar a relação entre sustentabilidade, e inovação tecnológica com ênfase em reaproveitamento dos diversos materiais provenientes de obras, reformas e demolições.

## 2. Sustentabilidade na construção civil

### 2.1. A sustentabilidade na construção civil

O Relatório Brundtland apresenta um conceito internacionalmente consolidado, onde o desenvolvimento deve atender as necessidades do momento preservando a capacidade das gerações futuras em atender as suas próprias necessidades WCED, (1987).

Na indústria da construção civil, o conceito implica em repensar todo o ciclo de execução e vida das edificações, considerando a extração de matérias primas, utilização, manutenções e eventuais demolições
Dentro do conceito de sustentabilidade, deve-se considerar não apenas durante a fase de execução, mas sim iniciar com o projeto analisando aspectos como materiais, o sistema construtivo, as formas de montagem, visando possíveis manutenções, desmontagens, reutilizações e reciclagens.
ELKINGTON, (1997), ao desenvolver o conceito de *Triple Bottom Line*, propõe que o desempenho das organizações seja analisado considerando conjuntamente os aspectos econômicos, ambientais e sociais. Este conceito aplicado a construção civil significa buscar obras com responsabilidade ambiental, socialmente adequadas e economicamente viáveis.
A sustentabilidade na construção civil deve considerar eficiência econômica, os benefícios aos diversos usuários e aspectos ambientais em todas as suas fases.

### 2.2. Da construção linear à economia circular.

O modelo linear tradicional da construção civil pode ser resumido em quatro etapas:
**extração → produção → utilização → descarte.**
Nesse sistema, grande parte dos materiais utilizados na construção possui apenas uma finalidade e, após a demolição ou substituição, acaba sendo considerada resíduo.
A economia circular propõe uma mudança nessa lógica, buscando preservar o valor dos materiais e produtos pelo maior tempo possível. Segundo GEISSDOERFER et al., (2017), a economia circular representa uma perspectiva relacionada à sustentabilidade que busca reduzir o consumo de recursos e minimizar perdas por meio da manutenção dos materiais em ciclos de utilização.
Na construção civil, essa mudança significa priorizar:

- Redução do consumo de materiais;
- Redução das perdas durante a execução;
- Reutilização de componentes;
- Recuperação de materiais;
- Reciclagem de resíduos;
- Remanufatura de componentes;
- Utilização de materiais reciclados;
- Manutenção e prolongamento da vida útil das edificações;
- Desconstrução planejada em substituição à demolição indiscriminada.

Conforme BARROS et al., (2024) a economia circular aplicada a construção civil proporciona estratégias de desconstrução com recuperação de materiais, com possibilidade de reinserção em novos ciclos. Desta forma a edificação deixa de ser apenas um produto final e passa a ser compreendida como uma reserva de materiais utilizáveis mesmo após o final de sua vida útil, garantindo valor a materiais que seriam descartados.

## 3. Reaproveitamento de materiais na construção civil e seus benefícios

Segundo VITORINO et al., (2026) o processo de execução de obra demanda diversos materiais e insumos que geram muitos resíduos, o reaproveitamento desses materiais representa significativamente a sustentabilidade do empreendimento.
Para melhor entendimento é importante diferenciar o conceito de reutilização e reciclagem.

Segundo a resolução CONAMA nº 307/2002, reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo e reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação, considerando o conceito, todo material que pode ser aplicado novamente sem mudança em características originais é material reutilizado, como telhas usadas aplicadas em uma nova cobertura, já materiais que passam por processo de beneficiamento são recicláveis, a exemplo concreto britado utilizado na fabricação de blocos.
Segundo MIRANDA, (2025) através da Gestão de Resíduos, podemos, sempre que tecnicamente possível, priorizar a reutilização, evitando que materiais se tornem descartáveis ou sem aplicação, por exemplo em uma demolição de alvenaria de fechamento, remover cuidadosamente os blocos afim de reutilizar em outra obra diretamente, enquanto a argamassa aplicada no assentamento e emboço pode ser processada como agregado fino em correções de nível ou composição de agregado em concreto.
Os resíduos da construção civil são classificados de diferentes formas, a Resolução CONAMA nº 307/2002 prevê formas especificas de destinação para os resíduos, como exemplos resíduos de Classe A na reutilização ou reciclagem na forma de agregados, enquanto os resíduos de Classe B podem ser encaminhados para armazenamento e posterior recuperação.
Esse princípio é importante porque demonstra que a gestão de resíduos deve começar ainda dentro do canteiro de obras.

### 3.1. Reaproveitamento de concreto e argamassa

O concreto e a argamassa são materiais com alto potencial de reaproveitamento. O concreto destinado a reutilização pode passar por processo de britagem, conformando agregados de diversos tamanhos, sendo estes classificados e aplicados conforme tecnicamente possível, tornando-se agregados reciclados. Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.
Segundo GARCIA et al., (2021) agregados reciclados de RCD possuem grande potencial para a utilização na produção ou fabricação de *pavers*, não só ecológico, mas econômico e, em alguns casos, de ganho de propriedades mecânicas.
Pesquisas brasileiras apontam, favoravelmente, ao uso de concreto reciclado proveniente de resíduos de construções, em substituição ao agregado natural, contudo analises criteriosas devem ser consideradas devido características físicas e químicas do material, para que critérios técnicos sejam adotados promovendo qualidade compatível com a aplicação desejada.
Argamassas, através de processamento, tem o mesmo princípio do concreto, submetido a controle de qualidade visando desempenho e segurança, proporciona viabilidade econômica e sustentabilidade na atividade da construção civil.
Entretanto faz-se necessário rigorosos controles para utilização desses materiais, demandando etapas como separação, classificação, beneficiamento e ensaios de qualidade para garantir seu uso sem prejuízos a edificações que venham a utilizar.

### 3.2. Reutilização de blocos, tijolos e telhas

A reutilização de blocos de concreto, blocos cerâmicos e tijolos apresenta grande potencial de aproveitamento, com algumas medidas de cautela durante a demolição ou reforma podemos obter materiais reaplicáveis em outras obras. Com o processo adequado de desconstrução grande parte das unidades proporcionam condições de uso, o cuidado durante o desmonte da alvenaria de fechamento evita quebras de blocos reduzindo entulho

e resíduos a serem processados, contribuindo para redução de custos e energia para nova utilização.
Uma estratégia de desconstrução bem planejada diminui sensivelmente a geração de resíduos bem como a utilização de materiais novos, como exemplo a remoção de telhas com o devido cuidado, evitando quebras, podendo utilizar em novas coberturas, ou aplicadas como elementos decorativos.
O planejamento proporciona a preservação dos diversos elementos para reutilização, enquanto a demolição convencional descarta o material gerando resíduos de acumulação, uso de recursos naturais para nova fabricação entre outros fatores negativos a sustentabilidade do empreendimento. Um exemplo favorável no processo de desconstrução planejado é o reaproveitamento de elementos pré-fabricados, estruturas metálicas, madeira, que promovem uso adequado tecnicamente, se bem avaliado, em novas obras.

### 3.3. Reaproveitamento da madeira

A madeira aplicada em formas, escoramentos, estruturas temporárias, embalagens e outros têm significante possibilidade de reaproveitamento, podendo ser utilizada no processo construtivo de forma semelhante ou adequado a novas condições através de adaptações pertinentes a necessidade, atualmente a utilização de madeira compensada plastificada reduz consideravelmente o descarte deste material, pois pode ser reutilizada em estruturas semelhantes na obra, mantendo condições de qualidade e segurança. Ao final da aplicação como reutilização em itens de mesmo trabalho, ainda surge a possibilidade em novas formas, moveis, divisórias, revestimentos entre outros componentes.
Quando não há possibilidade de reutilização a madeira pode ser encaminhada para processos de transformação, originado outros materiais ou insumos agregando valor a um material que seria descartado.
Dentro do conceito de logica circular, o reaproveitamento deve ser máximo antes de encaminhar a recuperação em formas de menor valor.

### 3.4. Reaproveitamento de metais

Metais possuem elevado potencial de recuperação na indústria da construção civil, e reciclagem.
Os diversos materiais metálicos, como aço em armaduras e estruturas, esquadrias, tubos metálicos, perfis de alumínio, cobre em fiações elétricas, entre outros, podem ser inseridos em processos de reaproveitamento e reciclagem, com alto índice de aproveitamento.
A prática da coleta seletiva em canteiros de obras, conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002, representa uma significativa vantagem no processo de reaproveitamento, podendo ser por reutilização, pedaços de vergalhões aplicados em armaduras de menor tamanho, ou reciclagem, como embalagens de cimento (papel) encaminhados a processos de recuperação.
Metais em geral proporcionam a reaplicação, sempre que possível e tecnicamente viável, de forma direta, como exemplo esquadrias reinstaladas em vãos de mesmo tamanho. Essa prática está diretamente ligada ao conceito de economia circular, pois evita a perda de materiais com elevado valor econômico gerando sustentabilidade no empreendimento.

### 3.5. Reaproveitamento de vidro, plásticos e outros materiais

Materiais como vidros, plásticos, tubos, fiação, embalagens e outros componentes, também podem ser incorporados a sistemas de gestão sustentável, considerando o conceito de economia circular.
A Resolução CONAMA nº 307/2002 reconhece entre os resíduos da construção civil materiais como vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, demonstrando a diversidade de materiais presentes no fluxo de resíduos das obras.

No processo de coleta seletiva esses materiais recebem tratamento adequado podendo ser encaminhados a reutilização, reciclagem ou logística reversa, conforme as características, por exemplo embalagens de tintas, solventes, catalisadores e outros resíduos de Classe B, encaminhados ao fabricante para devido tratamento e reutilização.

### 3.6. Benefícios econômicos do reaproveitamento

A reaplicação e reaproveitamento dos materiais agrega valor econômico a atividade da construção civil, bem como em aspectos ambientais, garantindo melhores resultados ao empreendimento. Materiais reaplicados reduzem a necessidade de novas compras reduzindo custos não apenas na aquisição mas também com transporte e destinação dos resíduos, além disso materiais separados corretamente podem ser comercializados, gerando novos mercados no âmbito de reciclagem ou usados em diversas aplicações, esse modelo relaciona a economia circular a atividade da construção civil, Porter e van der Linde (1995) argumentam que desafios ambientais podem estimular inovações capazes de aumentar a eficiência dos processos e melhorar a competitividade empresarial.

Com essa pratica, sustentabilidade deixa de ser considerada um custo e passa a ser considerada uma oportunidade de inovação, eficiência e geração de valor.

Embalagens de materiais de construção, por exemplo, podem ser reduzidas por meio de compras planejadas e sistemas de retorno, o planejamento de compras pode adequar volumes através de modelo a granel evitando uso de embalagens, redução de custos e menor encaminhamento para disposição final em aterros e espaços de reciclagem.

## 4. Tecnologia e a prática da desconstrução como ferramenta para o reaproveitamento

A complexidade da gestão de resíduos e a diversidade de componentes presentes em uma obra, conforme abordado nos tópicos anteriores, tornam a inovação tecnológica uma aliada indispensável para viabilizar o reaproveitamento em larga escala. A transição de um modelo linear para a economia circular na construção civil exige ferramentas capazes de gerenciar o ciclo de vida dos materiais com precisão, desde a concepção do projeto até o fim da vida útil da edificação.

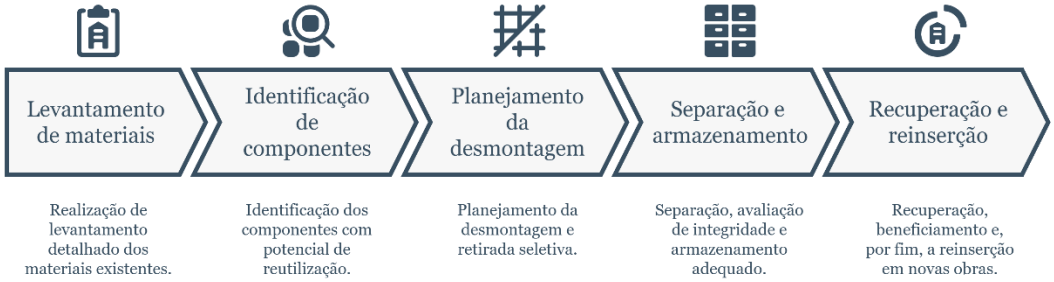
Uma das principais ferramentas tecnológicas nesse cenário é o *Building Information Modeling* (BIM). Mais do que uma representação tridimensional, o BIM permite a inserção de parâmetros informativos em cada elemento do projeto CHAREF; EMMITT, (2021). Através da compatibilização de projetos (detecção de interferências), o BIM evita retrabalhos e quebras de materiais no canteiro, atuando diretamente na prevenção da geração de resíduos. Além disso, as dimensões 6D e 7D do BIM, voltadas para a sustentabilidade e gestão do ciclo de vida, permitem quantificar com exatidão os materiais e planejar estratégias de desmontagem ainda na fase de design AKANBI et al., (2018).

Integrado ao BIM, surge o conceito de "Edificações como Bancos de Materiais" (Buildings As Material Banks - BAMB). Essa abordagem propõe que os edifícios deixem de ser vistos como o destino final dos recursos e passem a ser considerados repositórios temporários de materiais valiosos HEINRICH; LANG, (2019). Para que esse conceito funcione na prática, utiliza-se o "Passaporte Digital de Materiais". Trata-se de um conjunto de dados estruturados que documenta as características físicas, químicas e mecânicas de um componente, além de registrar instruções para sua desmontagem, seu potencial de reciclagem e seu histórico de manutenções HEINRICH; LANG, (2019).

Com o passaporte digital, um bloco de concreto pré-fabricado ou uma viga metálica, por exemplo, não perdem seu histórico de informações técnicas ao longo dos anos. Ao final da vida útil da edificação, o passaporte garante que as propriedades estruturais daquele componente sejam conhecidas, facilitando a sua reinserção no mercado sem a necessidade de novos e custosos ensaios de caracterização.

A digitalização e o controle de dados são os pilares que viabilizam não apenas o rastreio dos materiais, mas também a execução prática de desmanches controlados. É essa tecnologia embarcada nos projetos que torna possível planejar a desconstrução, estratégia fundamental que será abordada a seguir.
A demolição tradicional de uma edificação tem como foco a rapidez na liberação do terreno, resultando inevitavelmente na mistura, contaminação e fragmentação dos componentes estruturais e de vedação. Esse processo inviabiliza, na maioria dos casos, o reaproveitamento nobre dos materiais, restando apenas a reciclagem de baixo valor agregado ou o descarte em aterros.
A desconstrução apresenta uma abordagem fundamentalmente diferente. Em vez de destruir a edificação, a estratégia consiste em desmontá-la de forma seletiva e planejada, visando a recuperação máxima dos componentes em seu estado íntegro. Esse processo exige uma logística reversa rigorosa e envolve etapas como:

**FIGURA 1 - Processo de reaproveitamento de materiais**




Embora a desconstrução permita preservar o valor econômico dos materiais e reduzir drasticamente o volume de resíduos VIEIRA et al., (2025), sua execução esbarra em desafios operacionais significativos. O processo de desmontagem seletiva consome substancialmente mais tempo de cronograma do que a demolição mecanizada. Além disso, exige mão de obra intensiva e qualificada, o que pode elevar os custos diretos da fase de fim de vida do empreendimento, demandando uma análise de viabilidade que considere o valor de revenda dos materiais recuperados. Para mitigar esses desafios, pesquisas recentes indicam que a circularidade deve ser pensada antes mesmo do início da construção. Emerge assim o conceito de *Design for Deconstruction* (DfD), ou Projeto para Desmontagem. O DfD estabelece critérios de projeto voltados à durabilidade e circularidade, orientando escolhas arquitetônicas e estruturais que facilitem a futura separação dos elementos AKINADE et al., (2017).
Na prática, o DfD prioriza conexões reversíveis (como o uso de parafusos e encaixes mecânicos em estruturas metálicas ou de madeira, em detrimento de soldas, colas e argamassas cimentícias de alta resistência), o uso de componentes modulares e a padronização de dimensões. Dessa forma, a sustentabilidade deixa de ser uma medida corretiva e passa a ser intrínseca ao projeto da edificação, garantindo que os componentes possam ser recuperados e inseridos em novos ciclos produtivos ao final de sua vida útil.

## 5. Planejamento do canteiro e redução de desperdícios

O planejamento do canteiro de obras, visa não apenas organizar etapas, mas também reduzir a geração de resíduos desnecessários, contribuindo para reutilização e reciclagem dos materiais, como exemplo a marcenaria de obra, onde madeiras devem ser dispostas de forma a propiciar sua aplicação, facilitando a escolha e reduzindo cortes desnecessários. Medidas de análise para organizar um canteiro de obras, são possíveis conforme a estrutura do empreendimento necessita, entre elas podemos citar:

**Tabela 1 – Planejamento do canteiro**

| Etapa | Medida preventiva | Finalidade |
|---|---|---|
| 1 | Dimensionamento correto das compras | Evitar aquisições em excesso e desperdícios. |
| 2 | Armazenamento adequado dos materiais | Preservar a qualidade e evitar danos. |
| 3 | Controle de estoque | Monitorar entradas, saídas, validade e disponibilidade. |
| 4 | Proteção contra chuva e umidade | Impedir a deterioração dos materiais. |
| 5 | Utilização racional das embalagens | Reduzir o descarte e favorecer o reaproveitamento. |
| 6 | Planejamento dos cortes | Otimizar o uso dos materiais e reduzir sobras. |
| 7 | Reutilização de sobras | Reaproveitar materiais em outras atividades da obra. |
| 8 | Separação dos resíduos na origem | Facilitar a reutilização, a reciclagem e a destinação correta. |
| 9 | Treinamento dos trabalhadores | Promover boas práticas e reduzir perdas operacionais. |
| 10 | Controle das perdas por etapa | Identificar desperdícios e implementar ações corretivas. |
| 11 | Utilização de materiais pré-fabricados | Reduzir cortes, retrabalhos e geração de resíduos no canteiro. |
| 12 | Compatibilização dos projetos | Prevenir conflitos entre projetos, alterações e retrabalhos. |

Segundo BENACHIO, (2025) a abordagem de economia circular se aproxima muito do conceito de construção enxuta (*Lean Construction*), onde atividades que não agregam valor e geram desperdícios são mitigadas afim de promover a sustentabilidade, Ibrahim et al. (2010) relata que apesar de sua grande importância, a indústria da construção regularmente demonstra níveis mais baixos de produtividade quando comparada com a indústria de transformação, a aplicação de economia circular reduz sensivelmente desperdícios contribuindo para a sustentabilidade.

### 5.1. Desafios para o reaproveitamento de materiais

A indústria da construção civil é grande gerador de resíduos, apesar de ser vantajoso o seu reaproveitamento, existem obstáculos para ampliar o reaproveitamento de materiais, entre os principais podemos citar:

- Falta de planejamento;
- Mistura dos resíduos no canteiro;
- Falta de espaço para armazenamento;
- Ausência de mão de obra capacitada;
- Dificuldade de rastreamento dos materiais;
- Falta de padronização;
- Custos iniciais de implantação;
- Resistência cultural;
- Desconhecimento sobre materiais reciclados;
- Necessidade de controle de qualidade;
- Dificuldade de conexão entre oferta e demanda de materiais recuperados.

Os materiais recuperados, utilizados em novas obras, também precisam obedecer questões técnicas e requisitos específicos para sua aplicação, garantindo a segurança em novas obra, para tanto se faz necessário critérios para a avaliação da possibilidade de nova utilização, tais como ensaios, medições e outros.

### 5.2. Proposta de modelo de gestão para reaproveitamento

Uma estratégia eficiente para uma empresa de construção civil pode ser estruturada em seis etapas:

**Tabela 1 - Estratégias para gestão e aproveitamento de resíduos na construção civil**

| Etapa | Objetivo | Principais ações | Resultados esperados |
|---|---|---|---|
| **Planejamento** | Antecipar a geração e o aproveitamento dos resíduos | Identificar materiais, quantidades, formas de armazenamento e possibilidades de reutilização e reciclagem | Redução de perdas e melhor organização dos materiais |
| **Prevenção e redução** | Evitar a geração desnecessária de resíduos | Compatibilizar projetos, planejar compras, especificar corretamente os materiais e racionalizar a execução | Menor desperdício de materiais, redução de custos e impactos ambientais |
| **Segregação** | Separar os resíduos conforme suas características | Realizar a separação no local de geração e evitar a mistura entre diferentes tipos de resíduos | Maior possibilidade de reutilização e reciclagem |
| **Reutilização** | Prolongar a vida útil dos materiais | Reaproveitar componentes e materiais diretamente na obra ou em outras aplicações, quando tecnicamente viável | Redução do consumo de novos materiais e da geração de resíduos |
| **Reciclagem** | Transformar resíduos em novos insumos | Encaminhar resíduos para processamento e utilização como matéria-prima secundária ou agregado reciclado | Redução da extração de recursos naturais e do volume destinado a aterros |
| **Monitoramento e melhoria contínua** | Avaliar a eficiência da gestão de resíduos | Registrar volumes gerados, reutilizados, reciclados e destinados, estabelecendo indicadores e metas | Melhoria contínua, controle dos resultados e redução progressiva dos impactos ambientais |

## 6. Perspectivas futuras

A construção civil tende a passar por uma transformação significativa nos próximos anos, impulsionada pela digitalização, industrialização e necessidade de redução dos impactos ambientais.
A tendência é que os projetos passem a considerar não somente a construção e utilização das edificações, mas também sua desmontagem e a recuperação de seus componentes.
Nesse cenário, conceitos como:

- Projeto para desmontagem;
- Passaporte de materiais;
- Bancos de materiais;
- Construção modular;
- Componentes reutilizáveis;
- Materiais reciclados;
- Impressão 3D;
- BIM;
- Inteligência artificial;
- Rastreamento digital;
- Logística reversa;

Poderão contribuir para uma construção civil mais circular.
A maior transformação, entretanto, dependerá de uma mudança de mentalidade. O material retirado de uma obra não deve ser automaticamente considerado lixo. Deve-se perguntar primeiro: é possível reduzir, reutilizar, recuperar ou reciclar esse material?
Essa mudança de perspectiva é fundamental para transformar o setor.

## 7. Conclusão

Com o avanço da tecnologia na construção civil, a sustentabilidade se torna necessária, exigindo uma profunda mudança no planejamento das obras, pensando em aquisição, uso, recuperação e descarte dos diversos materiais. O modelo tradicional limita consideravelmente a possibilidade de reuso, portanto apresenta limitações ambientais e econômicas. A economia circular propõe o uso por maior tempo possível, por meio de reutilização ou reciclagem, melhorando o desempenho do empreendimento, nesse contexto, o reaproveitamento de materiais apresenta-se como uma das estratégias mais importantes para a construção civil sustentável.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece um importante marco para a gestão dos resíduos da construção civil no Brasil, incluindo diretrizes relacionadas à reutilização e reciclagem.

Entretanto, para que possamos obter bons resultados, há necessidade de planejamento, considerando as diversas etapas. Projetos que contemplem desmontagem, manutenção, durabilidade e recuperação dos componentes apresentam maior potencial para a circularidade dos materiais.

Inovações tecnológicas podem ampliar significativamente o potencial de reaproveitamento, através de ferramentas digitais, sistemas de rastreamento, BIM, bancos de materiais, processos de beneficiamento e tecnologias de reciclagem.

Portanto, a construção civil sustentável deve evoluir de uma simples preocupação com a destinação dos resíduos para uma estratégia mais ampla de prevenção, reutilização, recuperação, reciclagem e valorização dos materiais.

O principal desafio consiste em transformar a visão tradicional de que o resíduo é um problema em uma nova concepção na qual o material descartado possa representar um recurso para novos processos produtivos.

Assim, a sustentabilidade e a inovação tecnológica podem contribuir para a construção de um novo modelo de construção civil: mais eficiente, economicamente viável, ambientalmente responsável e baseado na valorização dos recursos materiais.

## REFERÊNCIAS


AKANBI, L. A. et al. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 129, p. 175-186. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.026.

AKINADE, O. O. et al. (2017). Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. *Waste Management*, v. 60, p. 3-13. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.08.017.

BARROS, Yasmim Lima; MACEDO, Sabrina Silva de; MARTINS, Thalita; SILVA, Emily Ferraz; SILVA, Polliana S. Souza; SOUSA, Maria Eduarda M. de; Economia circular no setor da construção civil nacional, 2024. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em administração) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina (Jardim Satélite - São Paulo), São Paulo, 2024.

CHAREF, R.; EMMITT, S. (2021). Uses of Building Information Modelling for overcoming barriers to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 305, 127206. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127206.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002.

ELKINGTON, John. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone, 1997.

GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy M. P.; HULTINK, Erik Jan. The circular economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757-768, 2017.

HEINRICH, M.; LANG, W. (2019). *Materials Passports - Best Practice: Innovative solutions for a transition to a circular economy in the built environment*. BAMB - Buildings As Material Banks.

PORTER, Michael E.; VAN DER LINDE, Claas. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995.

VITORINO, Francisca Rayssa Alves et al. *Engenharia sustentável: reaproveitamento de resíduos e tecnologias aplicadas*. 2026.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

BENACHIO, Gabriel Luiz Fritz aproximações teóricas e interações das relações práticas entre a economia circular e os princípios da construção enxuta. Universidade Federal do Paraná, 2025.

GARCIA, Enrique Apicella Mazzon; LAURINO, Gabriel Galdino; DIB, Luiz Felipe Portugal. *Estudo do reaproveitamento de resíduos de concreto para produção de PAVERS*. 2021.

IBRAHIM, A. R. B.; ROY, M. H.; AHMED, Z. U.; IMTIAZ, G. Analyzing the dynamics of the global construction industry: past, present and future. *Benchmarking: An International Journal*, v. 17, n. 2, p. 232-252, 2010.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C. Reciclagem de resíduos de material de construção e demolição (RCD). *Materiais de construção*, 822, 2025.

VIEIRA, M. F. C.; SANTOS, A. S.; BRAGA, G. D.; FONTES, W. C.; Proposição de diretrizes e framework para a circularidade de materiais obtidos por estratégias de desconstrução de edificações. Universidade Federal de Ouro Preto (2025).