

APLICAÇÃO INTEGRADA DE BIM E ACV COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Autores:

- **Marcela Rodrigues de Magalhães**, Mestranda, Departamento de Saneamento e Ambiente, FEC UNICAMP.
- **Prof. Dra. Ana Paula Bortoleto**, Professora Assistente, Departamento de Saneamento e Ambiente, FEC UNICAMP.

Contexto

O setor da construção consome **grandes quantidades de recursos naturais, energia gerando grandes quantidades de resíduo sólido**. Isso justifica o investimento em soluções de menor impacto ambiental como uma importante **estratégia para o desenvolvimento sustentável**, tanto no âmbito nacional como internacional.

(CABEZA et al., 2014; CHU, 2016; ORTIZ; CASTELLS; SONNEMANN, 2009)

Decisões tomadas na **fase de projeto** podem influenciar no **resíduo sólido gerado** futuramente por uma construção.

(e.g. OSMANI; GLASS; PRICE, 2008; POON; YU; JAILLON, 2004.)



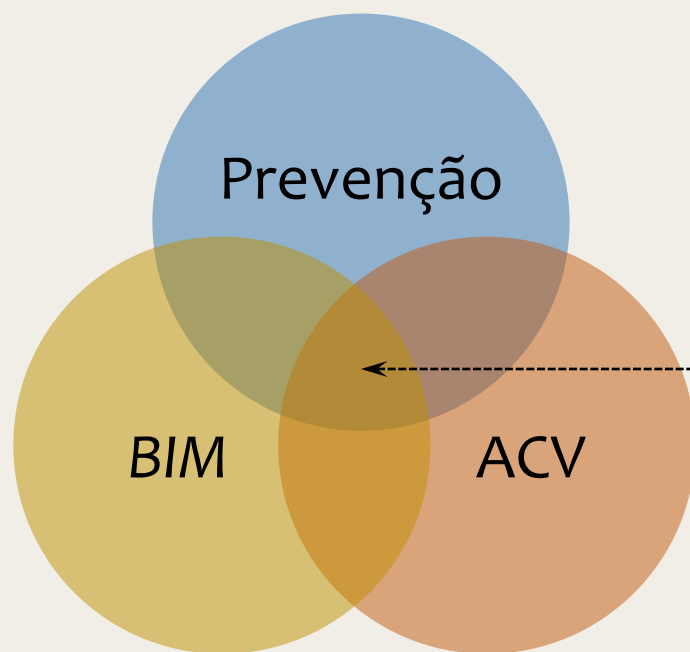
RCC: Resíduo Sólido de Construção Civil

Resíduo proveniente de construções, reformas, manutenções, demolições de obras de construção civil e da preparação e escavação de terreno.

(definição da Resolução nº 307 do CONAMA, 2002)

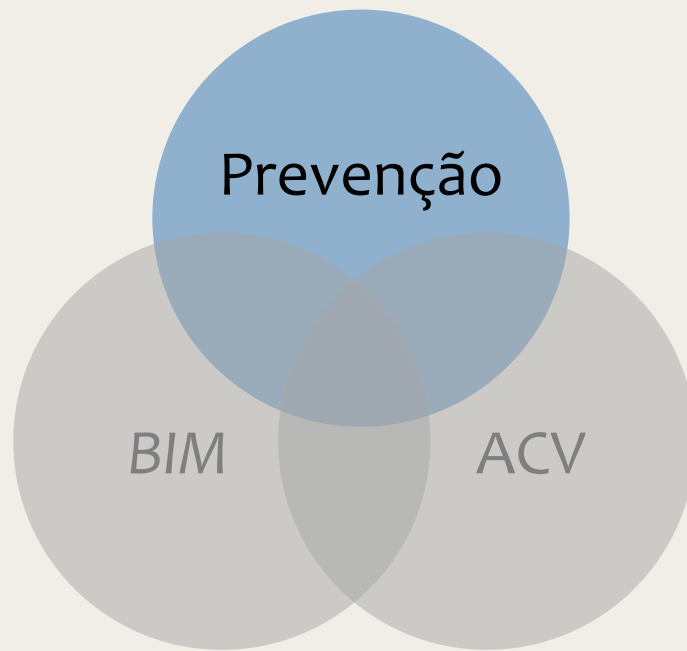
Cerca de **56%** do resíduo sólido gerado no Brasil é proveniente de atividades de construção civil.

(ABRELPE, 2015)



Objetivo

Propor uma metodologia integrada utilizando os potenciais das tecnologias **BIM** e **ACV** para interpretação de dados e proposição de sugestões de **prevenção de resíduo sólido de construção civil**, ainda na fase de planejamento de um edifício habitacional.

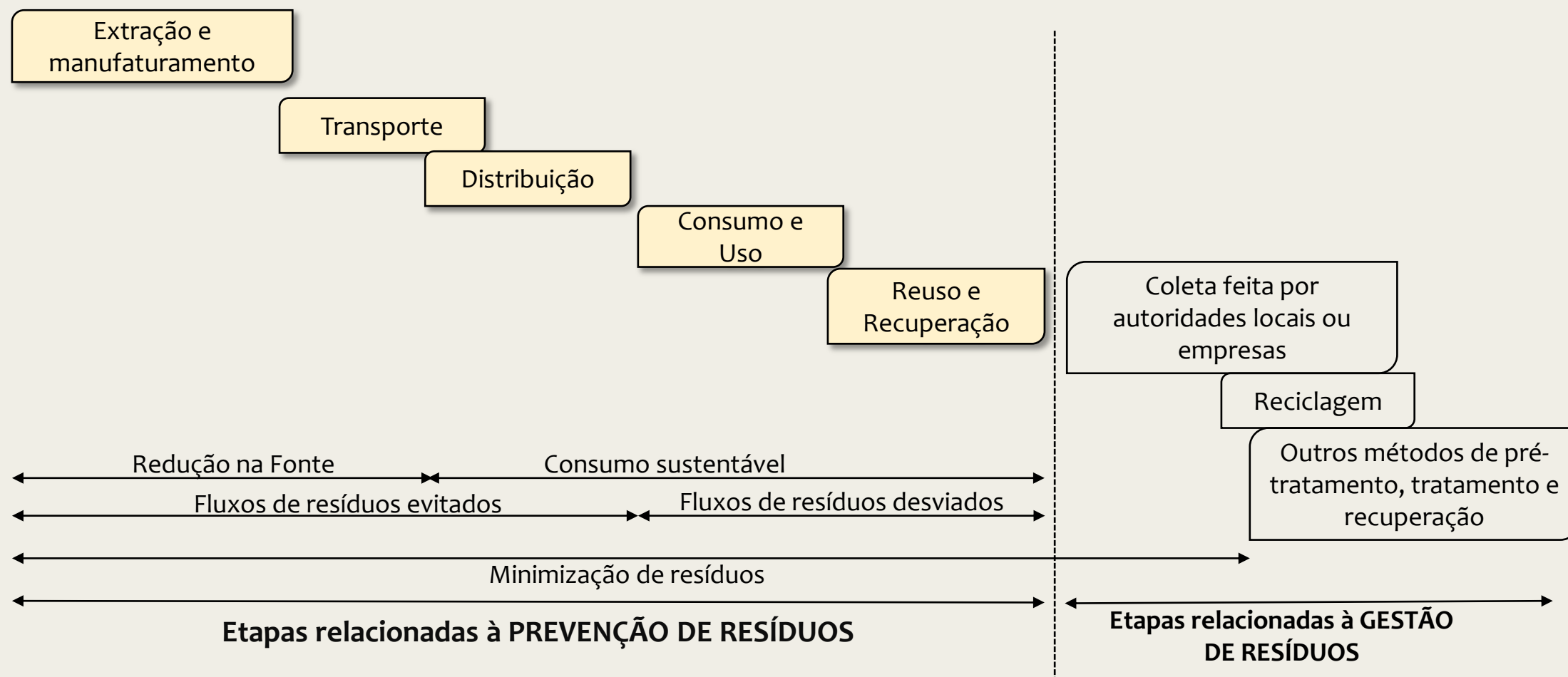


Prevenção do Resíduo Sólido

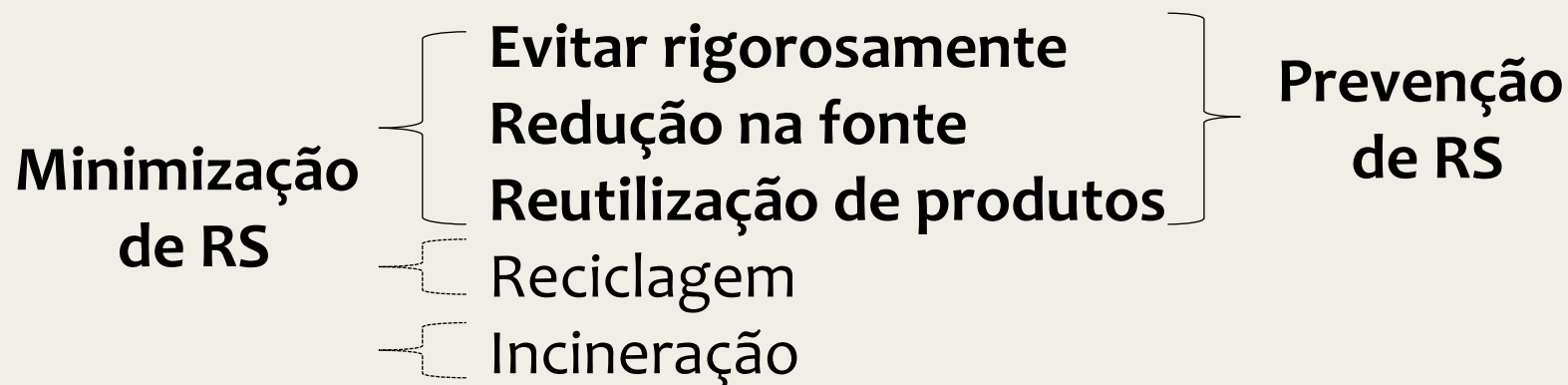
Redução dos impactos negativos de uma substância ao meio ambiente e à saúde humana, antes do produto tornar-se RS (OECD, 2000)

Escopo da prevenção de RS no contexto do ciclo de vida dos produtos

(Adaptado de EUROPEAN COMMISSION, 2012)



Prevenção x Minimização



(OECD, 2000)

A prevenção de RS não abrange somente maneiras de evitar a sua geração, mas também inclui a **percepção como os indivíduos e profissionais lidam com o RS**, geralmente visto como algo dispensável, passível de ser enterrado, queimado, escondido. (BORTOLETO, 2014)

Hierarquia de Resíduo Sólido

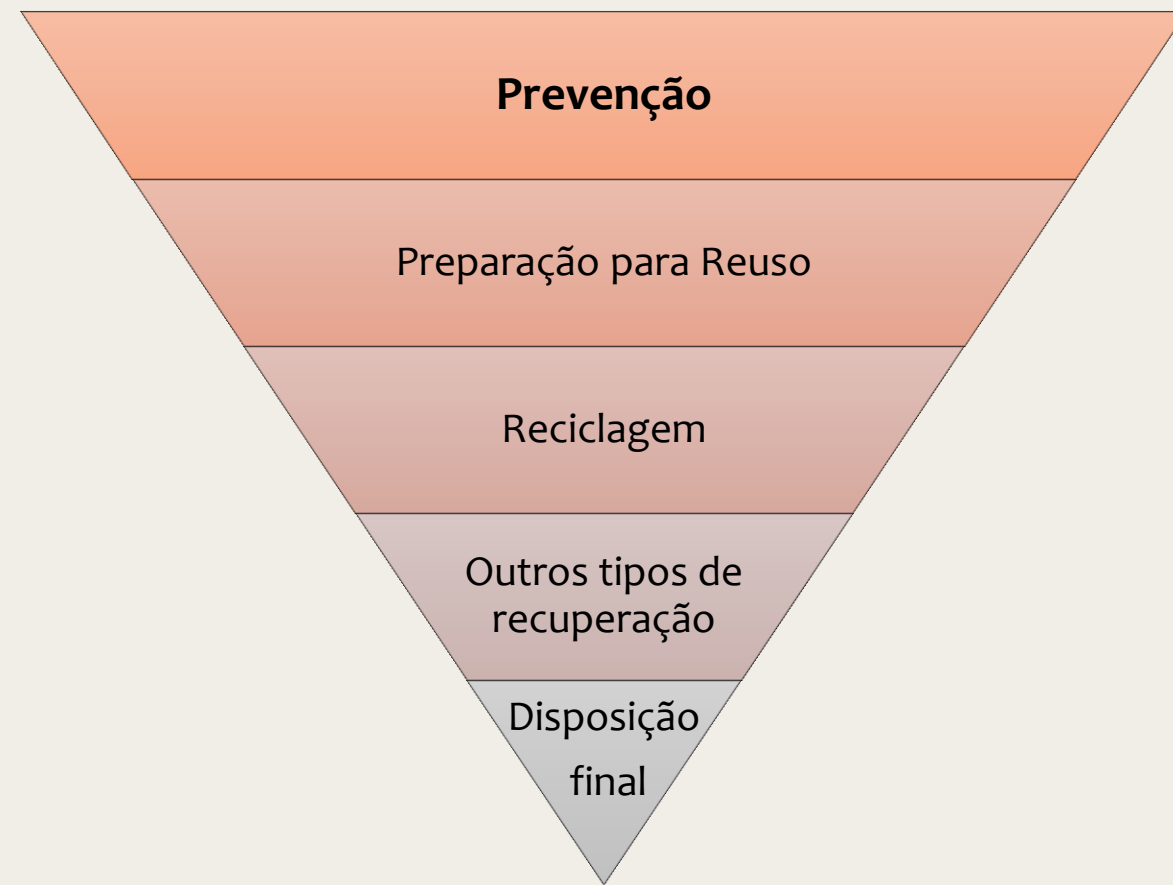
Brasil:

(Lei Federal nº 12.305: Política Nacional de Resíduos Sólidos - 2010)



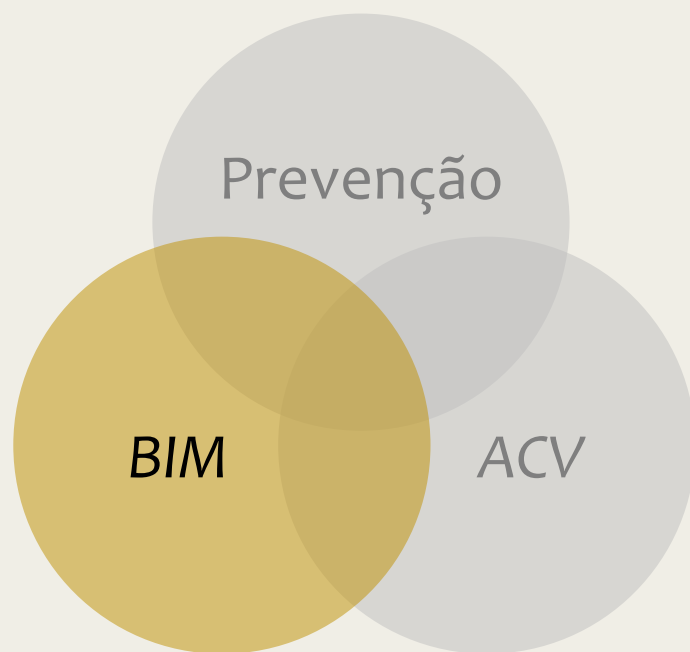
União Europeia:

(Preparing a Waste Prevention Programme, European Commission 2012)



Exemplos de prevenção de RCC da literatura

Medida de prevenção	Referência
Materiais projetados considerando a posterior desconstrução do edifício	(MORGAN; STEVENSON, 2005)
Utilização de materiais de construção civil de extração local, escolha cuidadosa do local de construção da obra	(EUROPEAN COMMISSION, 2012)
Mudanças de tecnologia para combater as perdas	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b)
Aperfeiçoamento e flexibilidade de projeto, para que possam ser feitas adaptações e manutenções futuras com menor geração de resíduo	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b; FORMOSO et al., 2002; MORGAN; STEVENSON, 2005)
Maior padronização e detalhamento de projeto, evitando erros durante a execução	(FORMOSO et al., 2002)
Considerar a utilização de materiais os quais sejam necessários poucos cortes e ajustes para instalação.	(FORMOSO et al., 2002)
Melhoria da qualidade de construção, de forma a reduzir a manutenção causada pela correção de defeitos	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b)
Seleção adequada de materiais, considerando, inclusive, o aumento da vida útil dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b; MORGAN; STEVENSON, 2005; UDAWATTA et al., 2015)
Capacitação de recursos humanos	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b; FORMOSO et al., 2002)
Condições de estoque e transporte adequadas, para reduzir as perdas de material	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b)
Melhor gestão de processos dentro do canteiro de obra, com organização e limpeza	(AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006b; FORMOSO et al., 2002)
Utilização de pré-fabricados (concreto pré-moldado, estrutura metálica, aço e ferragem pré-dobrado, misturas prontas de argamassa)	(AJAYIA et al., 2015; FORMOSO et al., 2002; JAILLON; POON; CHIANG, 2009; UDAWATTA et al., 2015)
Precisão no orçamento e processo de aquisição dos materiais, evitando desperdício	(AJAYIA et al., 2015)

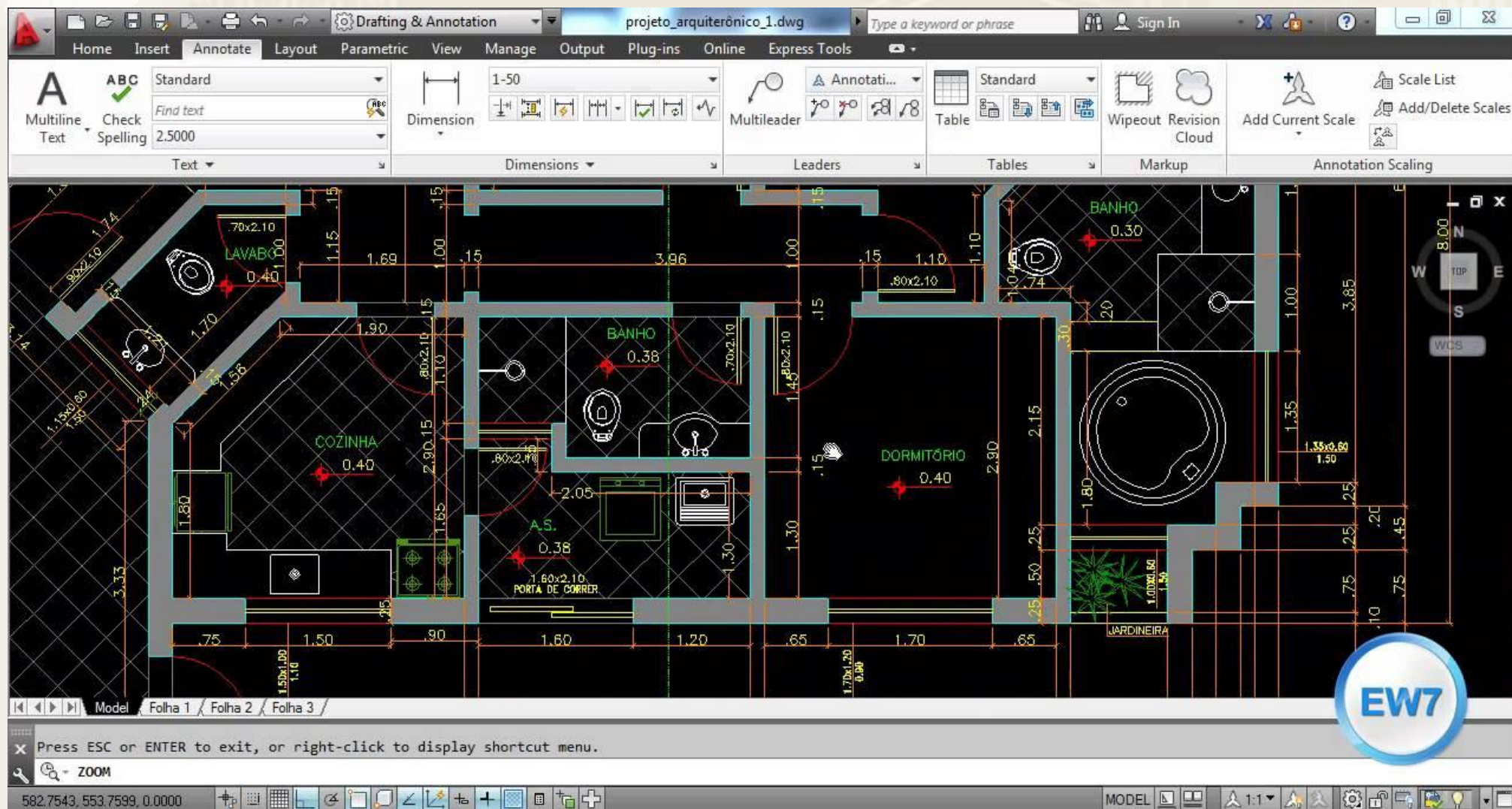


BIM: Building Information Modeling

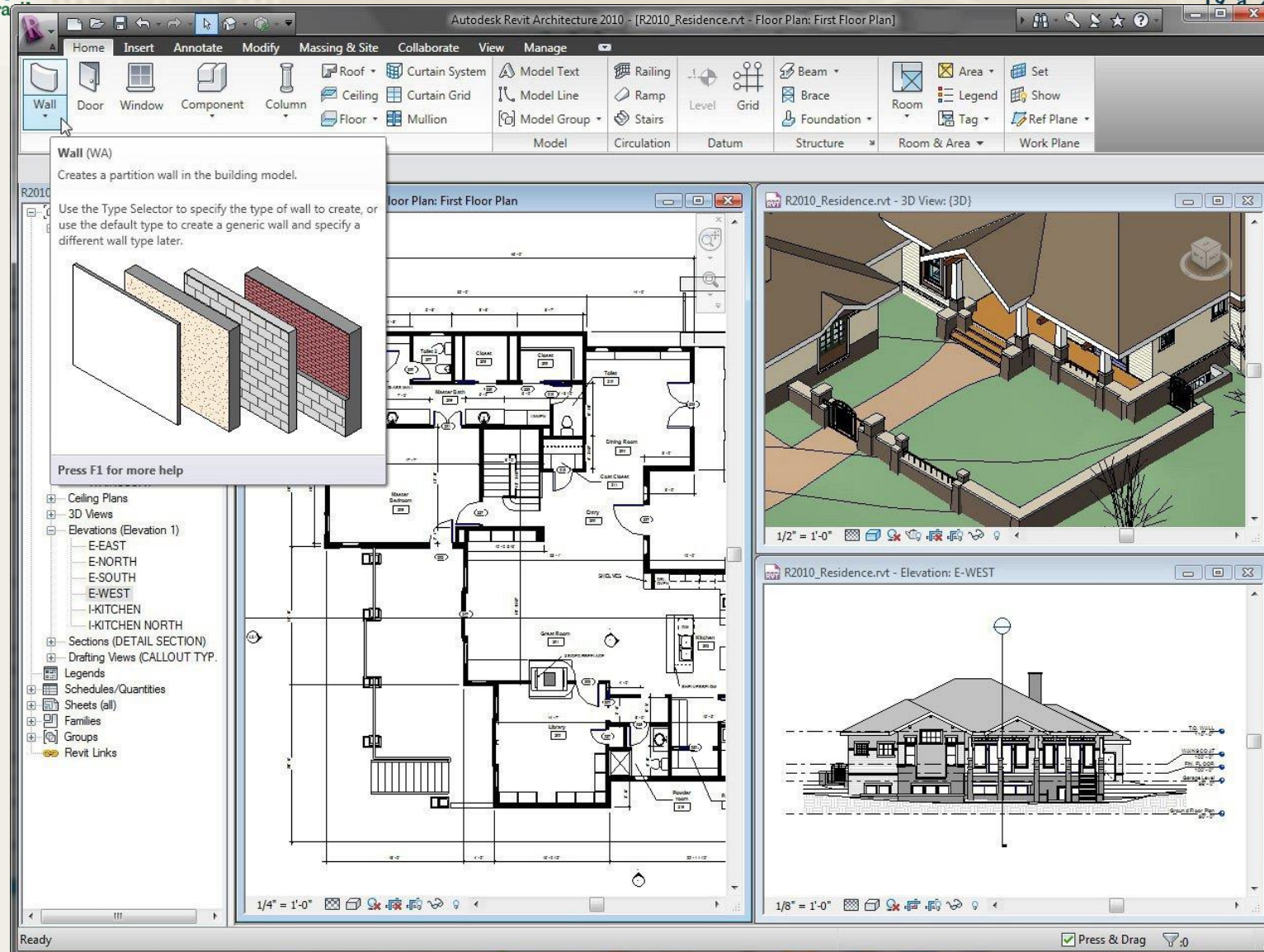
É um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar as informações de um projeto de construção, em um formato digital e que pode ser aplicado ao longo de todo o ciclo de vida do edifício.

(SUCCAR, 2009)

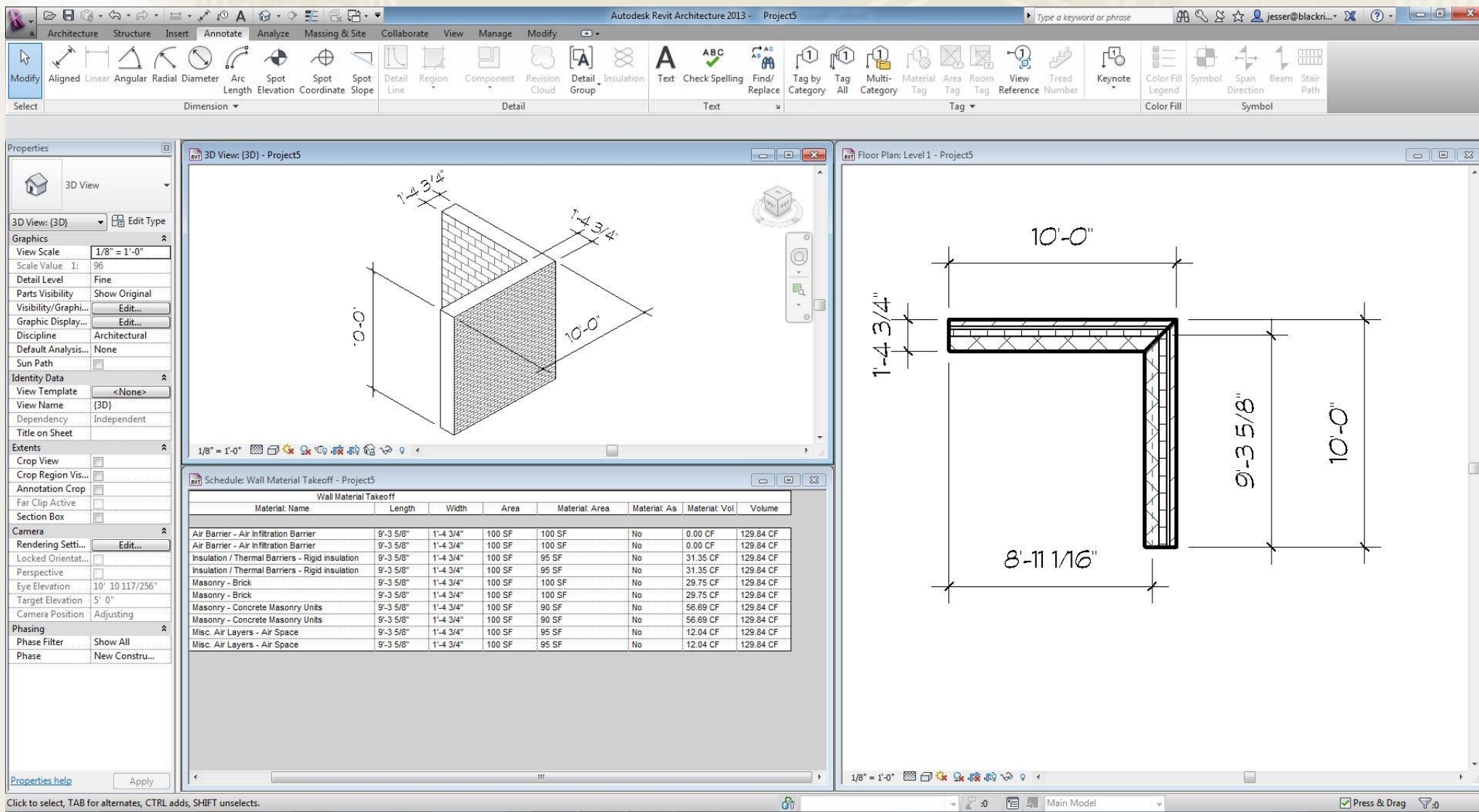
Exemplo projeto CAD (2D)



Exemplo de BIM: Revit



Exemplo de BIM: Revit



The screenshot displays the Autodesk Revit Architecture 2013 interface. The main workspace is divided into three panels:

- 3D View (3D) - Project5:** Shows a 3D perspective of a wall corner. Dimensions include a height of 10'-0", a width of 10'-0", and a thickness of 1'-4 3/4".
- Floor Plan: Level 1 - Project5:** Shows a 2D floor plan of the wall corner. Dimensions include a total width of 10'-0", a total height of 10'-0", and a wall thickness of 1'-4 3/4". The wall is positioned 8'-11 1/16" from the bottom-left corner.
- Schedule: Wall Material Takeoff - Project5:** A table listing the materials used in the wall and their respective quantities.

Material Name	Length	Width	Area	Material Area	Material As	Material Vol	Volume
Air Barrier - Air Infiltration Barrier	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	100 SF	No	0.00 CF	129.84 CF
Air Barrier - Air Infiltration Barrier	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	100 SF	No	0.00 CF	129.84 CF
Insulation / Thermal Barriers - Rigid insulation	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	95 SF	No	31.35 CF	129.84 CF
Insulation / Thermal Barriers - Rigid insulation	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	95 SF	No	31.35 CF	129.84 CF
Masonry - Brick	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	100 SF	No	29.75 CF	129.84 CF
Masonry - Brick	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	100 SF	No	29.75 CF	129.84 CF
Masonry - Concrete Masonry Units	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	90 SF	No	56.69 CF	129.84 CF
Masonry - Concrete Masonry Units	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	90 SF	No	56.69 CF	129.84 CF
Misc. Air Layers - Air Space	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	95 SF	No	12.04 CF	129.84 CF
Misc. Air Layers - Air Space	9'-3 5/8"	1'-4 3/4"	100 SF	95 SF	No	12.04 CF	129.84 CF

Vantagens de BIM

- Melhor **visualização** do projeto ainda em andamento;
- Extração automática de **quantitativos** automática e com maior precisão;
- Permite a **simulação** de cenários e ensaios virtuais;
- Auxilia a identificação de **erros e interferências** automaticamente;
- Gera documentos mais **consistentes**;
- Auxilia o detalhamento e planejamento da execução de **projetos complexos**;
- Auxilia na **industrialização** da construção;
- Pode incorporar e integrar **novas tecnologias**.



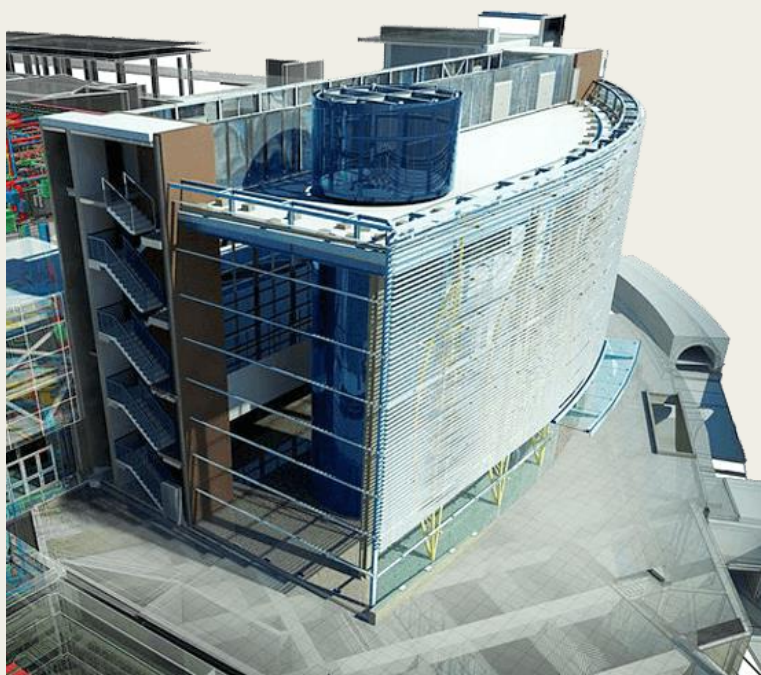
Fonte: <http://envisioncon.com>

Exemplos de BIM por iniciativas governamentais:

- 2007 - Estados Unidos: pioneiros na criação de programas de adoção de BIM;
- Finlândia (2007), Noruega (2010), Holanda (2011): manuais para utilização de BIM e obrigatoriedade para alguns casos específicos;
- Hong Kong (2014), Singapura (2015): comitês de adoção de BIM;
- 2016 - Reino Unido: obrigatoriedade do uso de BIM para projetos públicos;
- 2016 - Chile anunciou uso oficial de BIM em projetos públicos.

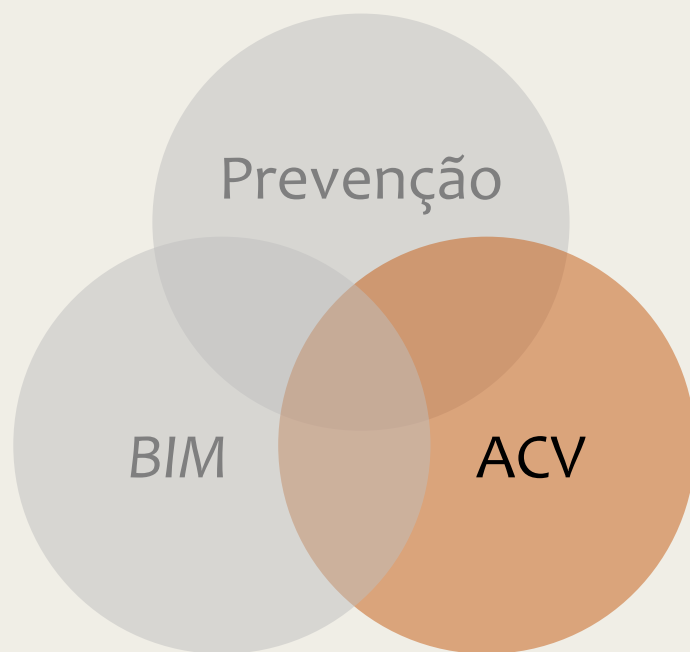
No Brasil:

- 2015 – Criação de Frente Parlamentar em defesa da utilização de BIM por órgãos governamentais.
- 2017 – Criação do comitê estratégico pelo Governo Federal para disseminação de BIM no Brasil.



Fonte: <http://www.bimtecheng.com/>

ACV: Avaliação de Ciclo de Vida



Uma técnica utilizada para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto, de modo a serem estudados ao longo do ciclo de vida do mesmo, desde a aquisição de matéria prima até seu descarte

(NBR ISO,2001)

Usos e Aplicações da ACV



Fonte: <http://www.buyukcamgrup.com>

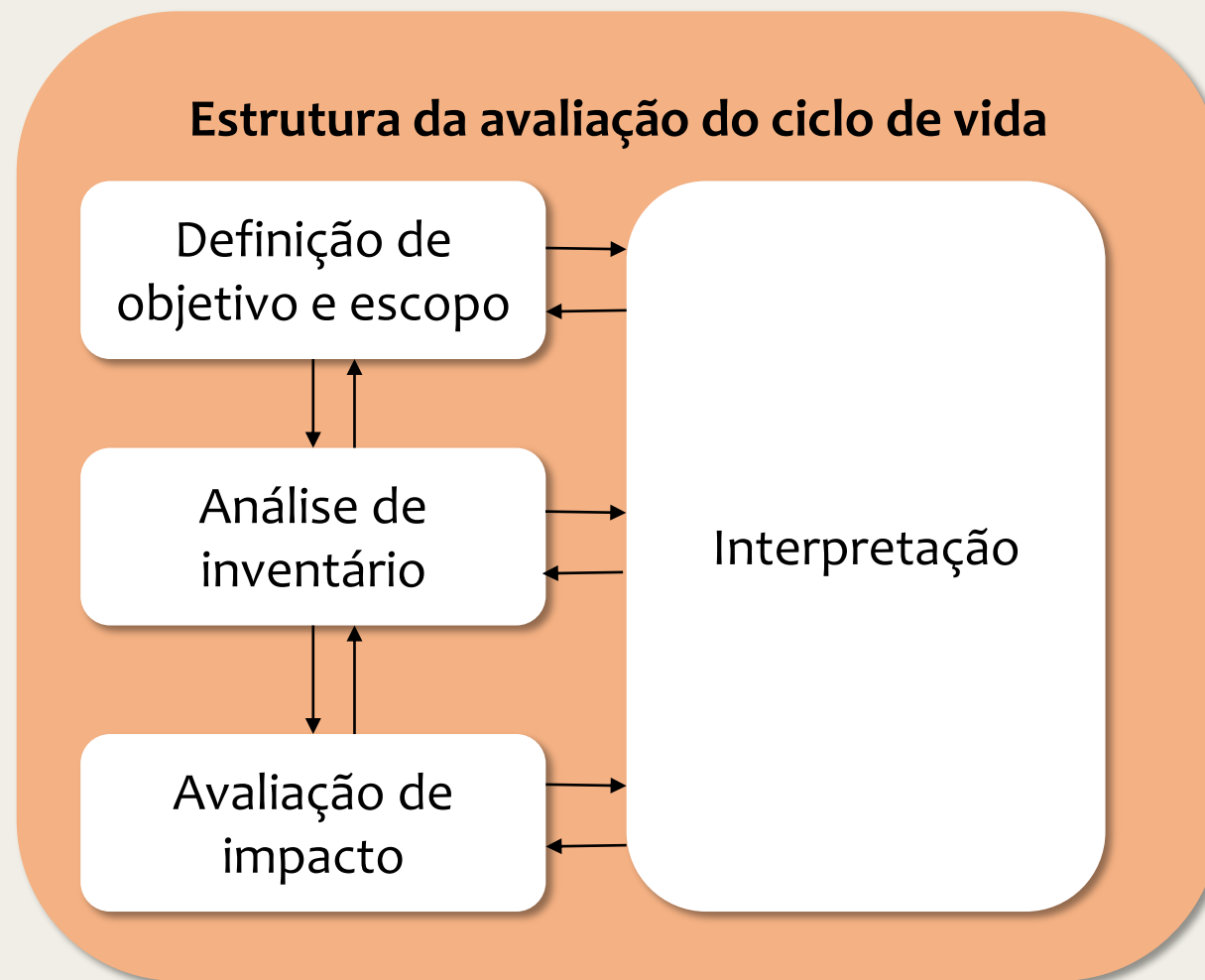
- Analisar a **origem de problemas** relacionados a um determinado produto;
- Comparar **variantes de melhoria** de um determinado produto;
- Projetar **novos produtos** e;
- Escolher entre uma série de **produtos comparáveis**.

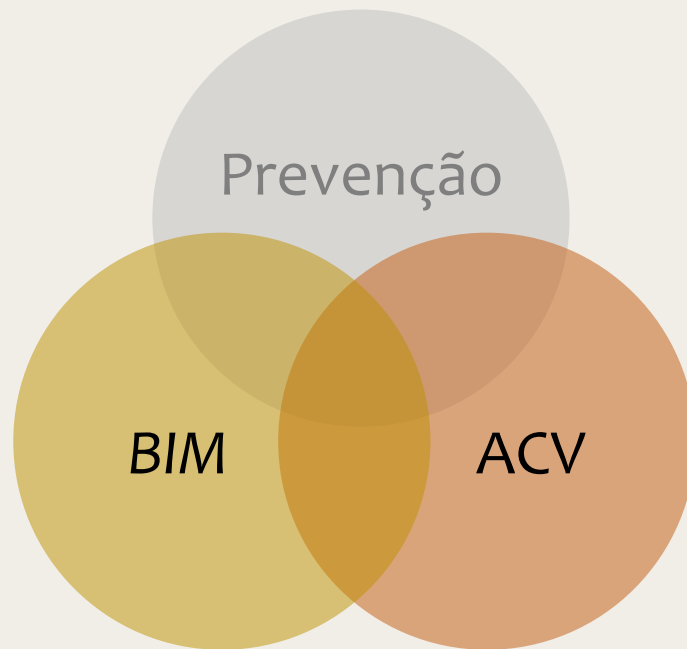
Governamental: estabelecimento de políticas públicas (gerenciamento de resíduos, políticas de compra, especificações de produtos, diretrizes para projetos verdes) e regulamentação (rotulagem ambiental).

Ciclo de vida de uma edificação



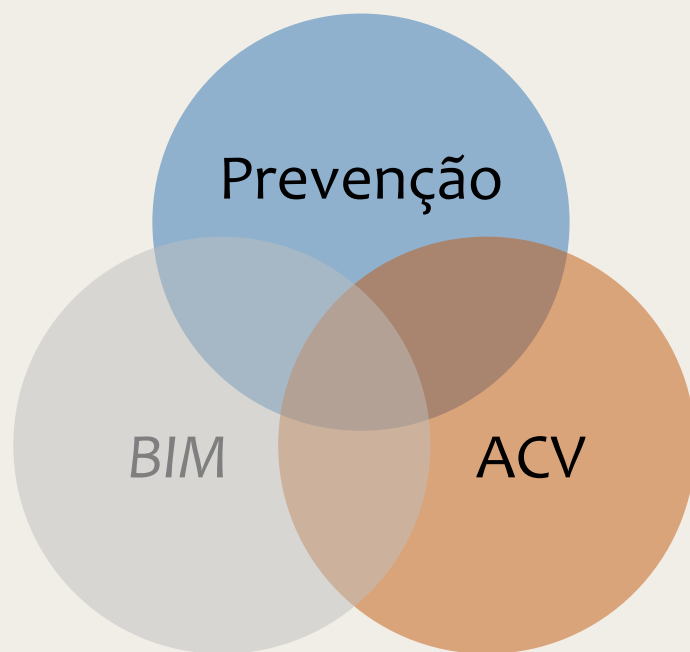
4 Etapas da ACV





BIM e ACV

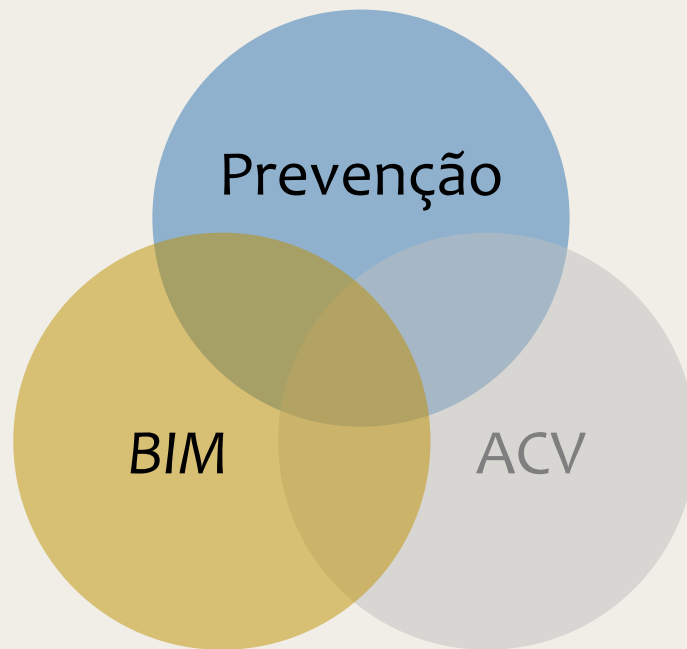
- Pode facilitar e simplificar a execução da ACV;
- Evita a entrada manual de dados;
- Maior precisão nos dados;
- Permite a avaliação em tempo real;
- Implementa interfaces de análise de fácil entendimento pelo usuário



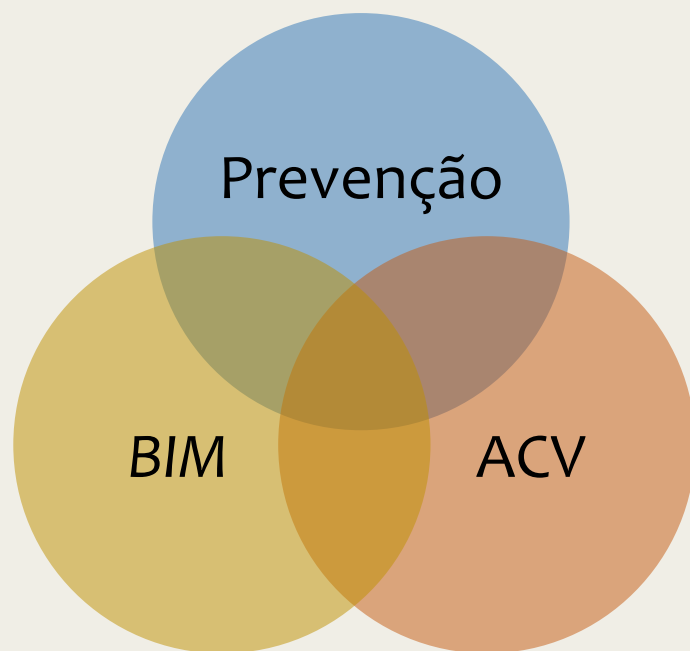
ACV e Prevenção de RCC

- Na maioria dos estudos, o RCC é apenas citado como parte das emissões da ACV.
- A literatura já apresenta métodos de ACV que focam a avaliação de medidas de prevenção para resíduo sólido urbano.
- ACV permite avaliar o impacto ambiental de uma edificação, de modo a auxiliar a identificação de estratégias de prevenção eficientes.

BIM + Prevenção de RCC



- Precisão na quantificação de material;
- Identificação automática de erros e interferências;
- Redução de alterações inesperadas de projeto;
- Melhor comunicação;
- Possibilidade de realizar simulações e ensaiar diferentes cenários;
- Melhor planejamento de obra, reduzindo erros na construção e retrabalhos;
- Melhor planejamento de demolições e desconstruções.



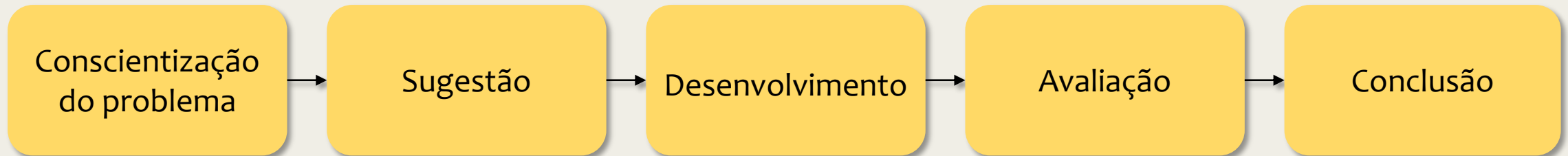
Objetivo

Propor uma metodologia integrada utilizando os potenciais das tecnologias **BIM** e **ACV** para interpretação de dados e proposição de sugestões de **prevenção de resíduo sólido de construção civil**, ainda na fase de planejamento de um edifício habitacional.

Metodologia

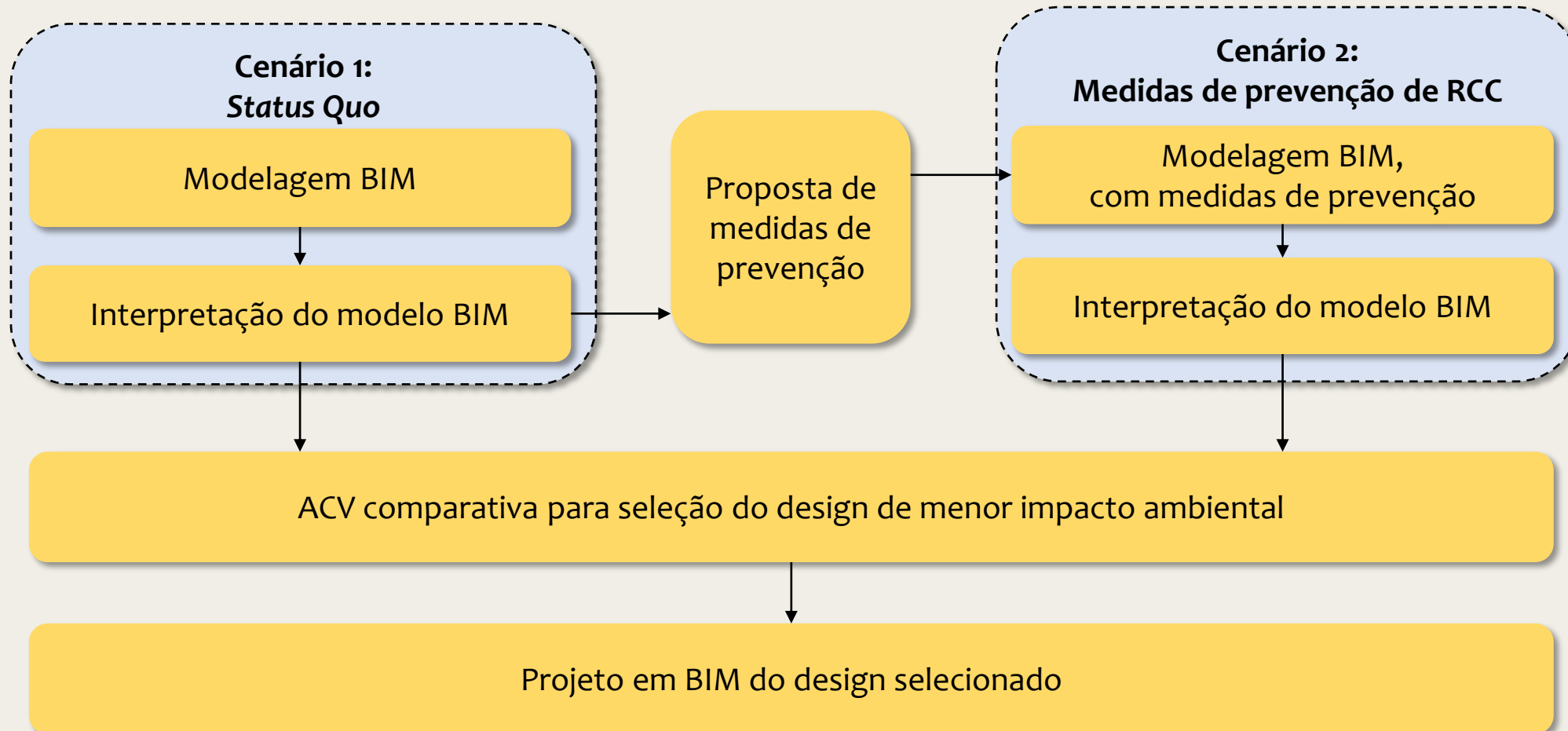
Pesquisa Prescritiva: *design science research*
Artefato: *metodologia de integração ACV+BIM+Prevenção RCC*

Design Science Research



Método que cria e operacionaliza a pesquisa quando o objetivo desejado é um artefato ou uma recomendação.
(DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015)

Metodologia Proposta



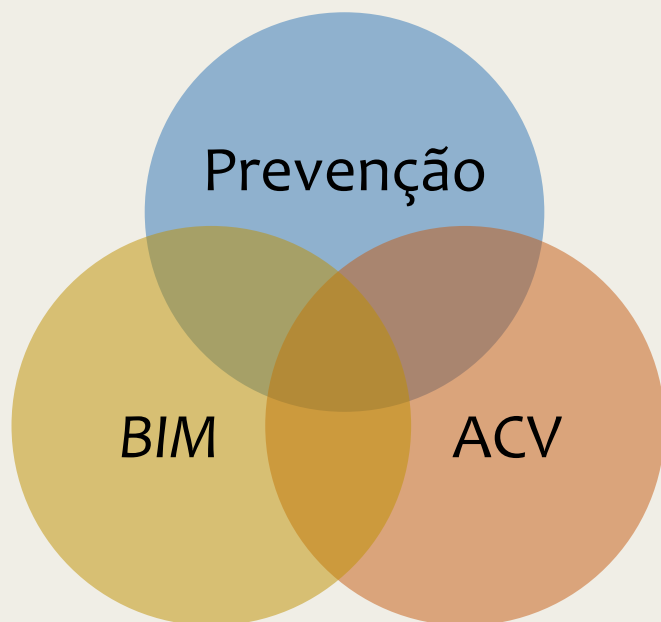
Resultados Esperados e Conclusão

Desenvolver uma metodologia de fácil **replicabilidade** tanto no âmbito acadêmico quanto no setor privado e público.

Determinar as alternativas com **significativa influência quantitativa na geração de RCC** como também nos impactos ambientais e econômicos relacionados.

Permitir uma **avaliação mais criteriosa** de propostas de prevenção de RCC por uma metodologia multidisciplinar.

A metodologia proposta possibilita, além dos benefícios ambientais, reduzir **custos durante a construção e ao longo de sua utilização**.





Obrigada!

Marcela Rodrigues de Magalhães

GEPRS – Grupo de Estudo e Pesquisa em Resíduo Sólido

Departamento de Saneamento e Ambiente

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

E-mail: marcelarmagalhaes@gmail.com