

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DOS CIMENTOS NACIONAIS CPIV E CPII-Z ATRAVÉS DE UMA ANÁLISE PROBABILÍSTICA

Igor Marin Magno da Cruz - Bolsista de Iniciação Científica, Graduando de Engenharia Civil - UFRGS – igormmagno@hotmail.com
 Orientadora: Ana Paula Kirchheim

Colaboradores: Ana Passuelo
 Gustavo Longaray Moraga

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS:

Esta pesquisa avaliou os processos produtivos dos cimentos nacionais CPIV e CPII-Z, os mais comumente utilizados no Rio Grande do Sul, a fim de quantificar os impactos associados a sua produção. Para tal, utilizou-se a **avaliação do ciclo de vida (ACV)**, ferramenta de sustentabilidade que **visa avaliar o impacto associado ao longo do ciclo de vida de um produto**, desde a extração de matérias primas até seu descarte. Estes cimentos são compostos por clínquer, sulfatos de cálcio e cinza volante. A proporção entre estas matérias é definida por uma faixa de valores especificada pelas normas NBR 11578 (CPII-Z) e NBR 5736 (CPIV). Considerando esses valores, utilizou-se uma análise probabilística através da ferramenta matemática 'simulação de Monte Carlo', de forma a **construir os mais variados cenários possíveis referentes a constituição do cimento**.

A cinza volante é uma adição mineral proveniente da produção de eletricidade em usinas termelétricas. Devido ao interesse em suas características e seu valor de mercado, **deve-se alocar impactos a esta adição através de relações físicas e econômicas**.

O objetivo principal da **pesquisa é quantificar todos os impactos possíveis associados aos cimentos CPIV e CPII-Z, alocando impactos as adições**.



Indústria cimenteira



Usina termelétrica

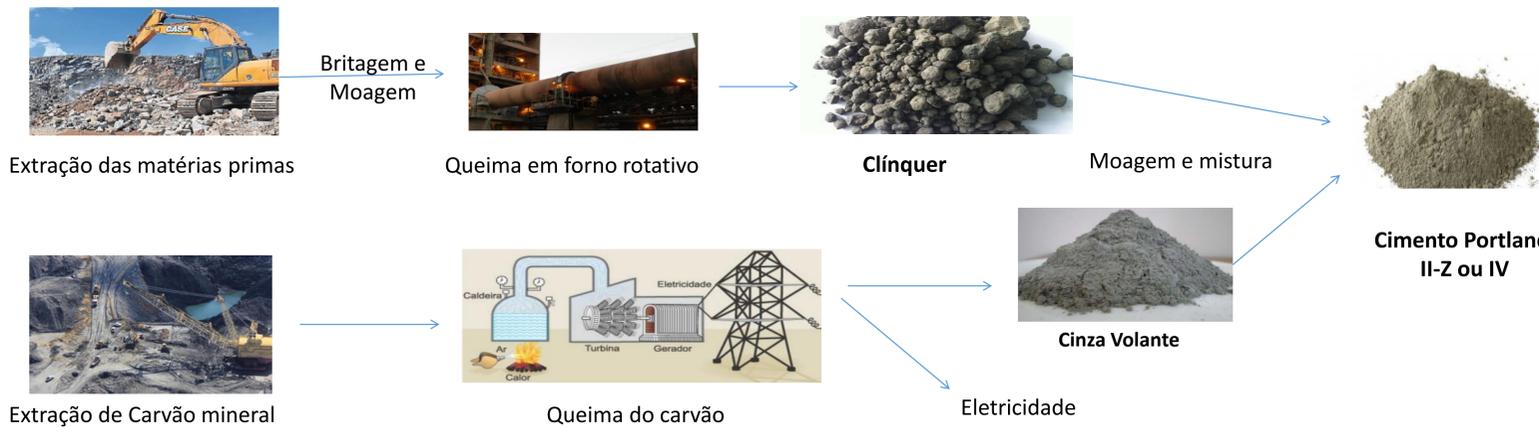


Etapas de análise de uma ACV

Composição dos cimentos de acordo com a norma. (NBR 11578) (NBR5736)

	% de Clínquer	% de Cinza Volante	% Calcário
CPII-Z	76% - 94%	6% - 14%	0%-10%
CPIV	45% - 85%	15%-50%	0%-5%

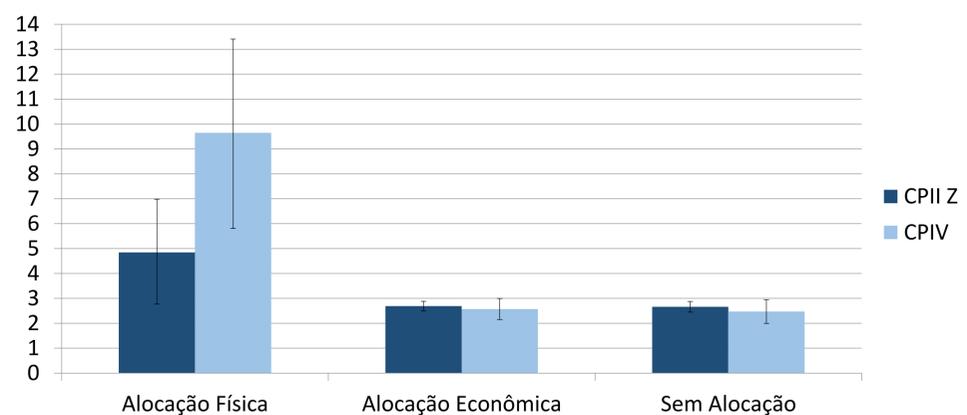
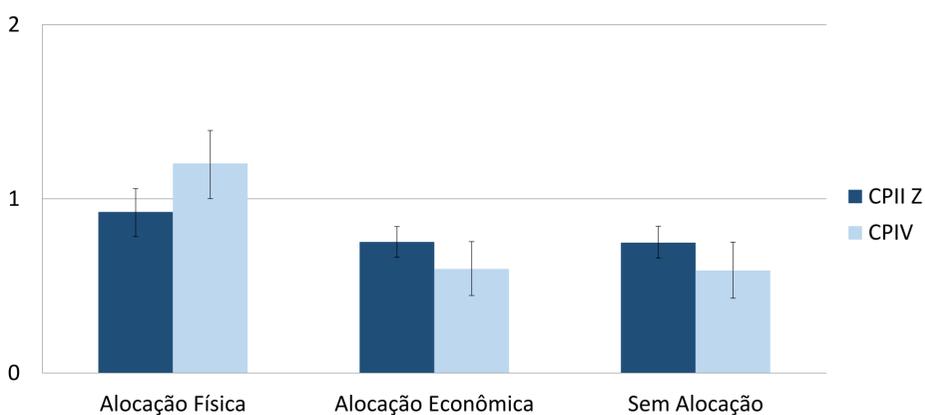
ESCOPO E METODOLOGIA:



- O escopo do trabalho é **Cradle-to-Gate** (do berço a porta da indústria), considera desde a extração das matérias primas até o empacotamento na indústria
- A **unidade funcional é 1 kg de cimento**

Elaborou-se uma base de dados nacional para os cimentos e a cinza através de relatórios fornecidos pela indústria (SNIC, 2013); (CNI, 2010). A Alocação física baseou-se na quantidade de carvão necessário para produzir 1KWh de eletricidade e quantidade de cinza produzida (MME,2007), enquanto a alocação econômica baseou-se no preço de mercado da eletricidade e da cinza volante (ANEEL, 2015). Foram consideradas as incertezas das adições minerais através da simulação de Monte Carlo, **utilizou-se 3500 iterações** onde cada uma simula um cenário possível. O impacto foi calculado pelos métodos IPCC 2007 e 'Cumulative Energy Demand', que quantificam a pegada de carbono e a demanda energética respectivamente, **através do software OpenLCA**. Para a análise dos resultados utilizou-se um **intervalo de confiança de 90%**.

RESULTADOS E ANÁLISES:



PEGADA DE CARBONO EM KG CO2-EQ PARA CPIV e CPII-Z CONSIDERANDO ALOCAÇÃO FÍSICA, ECONÔMICA E NENHUMA ALOCAÇÃO

DEMANDA ENERGÉTICA EM MJ-EQ PARA CPIV e CPII-Z CONSIDERANDO ALOCAÇÃO FÍSICA, ECONÔMICA E NENHUMA ALOCAÇÃO.

- A alocação física aumentou consideravelmente a emissão e apresentou grande variabilidade em ambos os casos devido a queima de carvão necessária para a produção de eletricidade.
- A alocação econômica não apresenta diferenças significativas em relação ao resultados sem alocação pois o preço da cinza volante é pequeno quando comparado ao custo da eletricidade.
- Nos três tipos de alocação **existe uma intersecção entre os intervalos apresentados onde a emissão é a mesma para os dois cimentos**.

CONCLUSÕES E TENDÊNCIAS FUTURAS:

Pelos resultados obtidos, pode-se observar que o impacto associado a um tipo de cimento está diretamente relacionado com o tratamento dado a adição e a proporção entre clínquer e adição. Quando utilizada a alocação física, **o uso de cinza volante pode ser desencorajado devido ao alto impacto associado**. Assim o CPIV, tradicionalmente considerado sustentável pelo alto teor de adição dependendo da metodologia utilizada pode apresentar um impacto maior do que o CPII Z. Tal fato evidencia a **importância da utilização de uma EPD (Environmental Product Declaration)**, um documento que traz de forma clara e transparente informações sobre o ciclo de vida de determinado produto, de forma que seja possível mensurar de forma correta o impacto associado ao produto em estudo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Boletim de Informações Gerenciais. 2015
 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto – Especificação. 1997
 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5736**: Cimento Portland pozolânico. 1999
 CHEN, C. et al. LCA allocation procedure used as an incitative method for waste recycling: An application to mineral additions in concrete. Resources, Conservation and Recycling, v. 54. 2010.
 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIAS. Oportunidades de eficiência energética para a indústria: uma visão institucional: sumário executivo. 2010
 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14044: Environmental Management, Life Cycle Assessment, Requirements and Guidelines. 2006
 MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Energia – 2030- geração termoeletrica- Carvão Mineral. 2007
 SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. Relatório Anual. 2013