



PPCEM

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA
E ENGENHARIA DE MATERIAIS
– DOUTORADO –

OTIMIZAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO EM ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DE DOSAGEM DE CONCRETO

Por

Marcos Antonio Padilha Júnior

*Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para
obtenção do grau de Doutor*

João Pessoa – Paraíba

Março de 2022



Universidade Federal da Paraíba



PPCEM

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA
E ENGENHARIA DE MATERIAIS**

– DOUTORADO –

OTIMIZAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO EM ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DE DOSAGEM DE CONCRETO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor.

Marcos Antonio Padilha Júnior

Orientador: Prof. Dr. Marçal Rosas Florentino Lima Filho

Co-Orientador: Prof. Dr. Sandro Mardem Torres

João Pessoa – Paraíba

Março de 2022

P123o Padilha Junior, Marcos Antonio.

Otimização da pegada de carbono em abordagem
multicritério de dosagem de concreto / Marcos
Antonio Padilha Junior. - João Pessoa, 2022.
150 f. : il.

Orientação: Marçal Rosas Florentino Lima Filho.

Coorientação: Sandro Mardem Torres.

Tese (Doutorado) - UFPB/CT.

1. Projeto de misturas de concreto. 2. Múltiplos
parâmetros. 3. Pegada de carbono. I. Lima Filho, Marçal
Rosas Florentino. II. Torres, Sandro Mardem. III.
Título.

UFPB/BC

CDU 66.01(043)

MARCOS ANTONIO PADILHA JÚNIOR

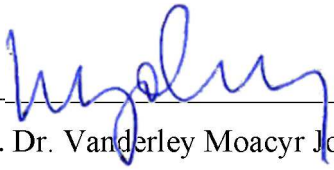
**OTIMIZAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO EM ABORDAGEM
MULTICRITÉRIO DE DOSAGEM DE CONCRETO**

Tese aprovada em 30/03/2022 como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marçal Rosas Florentino Lima Filho – UFPB
(Orientador)

Prof. Dr. Sandro Mardem Torres – UFPB
(Co-Orientador)



Prof. Dr. Vanderley Moacyr John – USP
(Examinador Externo à Instituição)

Profa. Dra. Lízandra Fernanda Araújo Campos – UFPB
(Examinador Interno ao Programa)

Prof. Dr. Lucídio Dos Anjos Formiga Cabral – UFPB
(Examinador Interno à Instituição)

Emitido em 30/03/2022

ATA Nº 1/2022 - PPCEM (11.01.17.35)

(Nº do Documento: 1)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 12/04/2022 19:32)

LUCIDIO DOS ANJOS FORMIGA CABRAL

DIRETOR

1175878

(Assinado digitalmente em 12/04/2022 15:49)

SANDRO MARDEN TORRES

ASSESSOR

3581068

(Assinado digitalmente em 13/04/2022 14:57)

LISZANDRA FERNANDA ARAUJO CAMPOS

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

1737199

(Assinado digitalmente em 12/04/2022 15:02)

MARCAL ROSAS F LIMA FILHO

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

1160815

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número:
1, ano: 2022, documento (espécie): ATA, data de emissão: 12/04/2022 e o código de verificação: 4eeae7fb2

Dedico a todos que de forma direta ou indireta me auxiliaram na confecção deste trabalho, em especial à minha família, meus pais, esposa e filhos.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, que nas horas difíceis me deu forças para continuar seguindo, iluminou meus caminhos, meus pensamentos e me fez seguir em frente sempre.

Aos Professores, Dr. Marçal Rosas Florentino Lima Filho e Dr Sandro Mardem Torres, pelo apoio e na respectiva orientação e co-orientação deste trabalho, bem como por todos os ensinamentos relativos para um melhor entendimento de todo o assunto abordado, pela abertura dada no TECNOMAT - Laboratório de Tecnologia de Novos Materiais.

À empresa Tecomat Engenharia, pela completa disponibilidade e cessão de dados pertinentes a este trabalho.

A Marcos Antonio Padilha, meu pai e melhor amigo, e a Acácia Barreto Gaby Padilha, minha mãe que sempre me deram forças e ânimo para que eu nunca desistisse.

A Natália Alves Lucena da Costa Padilha, minha adorável esposa, a qual me acompanhou nas horas difíceis, me compreendeu, me ajudou e principalmente me incentivou a concluir este trabalho em todos esses anos, bem como aos meus adoráveis filhos Maria Cecília e Miguel, que com seus sorrisos radiantes e suas energias positivas me deram forças.

Aos meus irmãos Tereza, Márcia, Mércia e Marcelo que sempre fizeram parte da minha vida e de minhas conquistas.

Aos meus grandes amigos de todas as horas e de todos os momentos Ricardo Vasconcelos, Rubens Max, André Patriota e Eduardo Teixeira que sempre me ajudaram, me ensinaram e apoiaram e muitos outros que me ajudaram de forma indireta.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa do Programa Doutoral contemplada pelo através da FAPESQ - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba, e ao PPCEM - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFPB.

RESUMO

A preservação do meio ambiente tem se tornado tema de diversas discussões nas últimas décadas, o homem por ser um agente modificador deste, está intimamente ligado às ações de degradação do meio ambiente. Por esta razão, os processos produtivos industriais estão passando por mudanças com vistas ao desenvolvimento sustentável, com a indústria da construção civil não é diferente, a mesma é tida como uma das que mais gera compostos atrelados ao aquecimento global, como no caso o gás carbônico (CO_2). O concreto é referenciado por muitos autores como sendo o material de construção mais utilizado no mundo, atrelado a sua composição temos o cimento, que apenas este é responsável por cerca de 36 % de todo CO_2 gerado pelas atividades de construção. Embora estejam em pauta estudos visando a redução do consumo de cimento ou a substituição deste por outros materiais com propriedades equivalentes, os processos de mistura de concreto atualmente utilizados, não levam em consideração a pegada de carbono (eCO_2) que é a emissão de carbono equivalente emitida na atmosfera gerada no processo. Este trabalho, analisou diversas metodologias aplicadas nos processos de mistura de concreto, desde processos clássicos até processos refinados e atualizados, com abordagens em processos de empacotamento de partículas. Desta forma, foi proposta uma metodologia de avaliação de misturas de concreto de forma integradora, que agrega múltiplos parâmetros técnicos, econômicos e ambientais, com foco em minimizar a pegada de carbono. Para tal, foram definidas 04 variáveis: Mecânica, Durabilidade, Ambiental e Econômica para implementação do modelo, posteriormente, seguiu-se para as etapas de calibração e validação. Na etapa de calibração, foi escolhido o método do American Concrete Institute para dosagem de misturas de concreto, com resistências variando entre 15 e 40 MPa, abatimento de 100 mm e com variações nos tamanhos dos agregados graúdos e miúdos, desta forma foram obtidas 416 projetos de dosagem, com estes dados foram computados os custos relativos tomando-se como base uma composição de preço unitário utilizada para concretos usinados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, a pegada de carbono foi calculada a partir da ferramenta OpenLCA com o banco de dados da Ecoinvent 3.7, visando um aperfeiçoamento foram introduzidos conceitos de empacotamento de partículas utilizando métodos clássicos e o método do empacotamento compressível. Para validação do modelo, foram analisadas 180 misturas de concreto com dosagens obtidas de trabalhos da literatura, posteriormente, foram analisadas mais 20 misturas obtidas com uma empresa brasileira de abrangência nacional e mais outros 04

projetos de mistura realizados pelo autor deste trabalho. Os dados obtidos apontam para um potencial de utilização do modelo integrador de múltiplos parâmetros, na análise de projetos de misturas de concreto, de modo a minimizar a pegada de carbono.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto de Misturas de concreto, múltiplos parâmetros, pegada de carbono.

ABSTRACT

The preservation of the environment has become the subject of several discussions in recent decades, man being a modifying agent of this, is closely linked to the actions of environmental degradation. For this reason, industrial production processes are undergoing changes with a view to sustainable development, with the construction industry is no different, it is seen as one of the ones that generates the most compounds linked to global warming, as in the case of carbon dioxide. (CO₂). Concrete is referenced by many authors as the most used construction material in the world, linked to its composition we have cement, which alone is responsible for about 36% of all CO₂ generated by construction activities. Although studies are on the agenda aimed at reducing cement consumption or replacing it with other materials with equivalent properties, the concrete mixing processes currently used do not take into account the carbon footprint (eCO₂) which is the equivalent carbon emission emitted into the atmosphere generated in the process. This work analyzed several methodologies applied in concrete mixing processes, from classical processes to refined and updated processes, with approaches in particle packing processes. In this way, a methodology was proposed for evaluating concrete mixtures in an integrative way, which aggregates multiple technical, economic and environmental parameters, with a focus on minimizing the carbon footprint. To this end, 04 variables were defined: Mechanical, Durability, Environmental and Economic for the implementation of the model, later, it was followed by the calibration and validation steps. In the calibration stage, the American Concrete Institute method was chosen for the dosage of concrete mixtures, with strengths varying between 15 and 40 MPa, slump of 100 mm and with variations in the sizes of coarse and fine aggregates, thus obtaining 416 projects of dosage, with these data the relative costs were computed based on a unit price composition used for ready-mixed concrete from the National Department of Transport Infrastructure - DNIT, the carbon footprint was calculated using the OpenLCA tool with the database In order to improve the data from Ecoinvent 3.7, particle packing concepts were introduced using classical methods and the compressible packing method. For model validation, 180 concrete mixtures were analyzed with dosages obtained from works in the literature, later, another 24 mixtures obtained with a Brazilian company of national scope were analyzed and another 04 mixing projects carried out by the author of this work. The data obtained point

to a potential use of the integrator model of multiple parameters, in the analysis of projects of concrete mixtures, in order to minimize the carbon footprint.

KEYWORDS: Concrete mix design, multiple parameters, carbon footprint.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE TABELAS.....	16
LISTA DE EQUAÇÕES	17
1 INTRODUÇÃO	18
1.1 OBJETIVO GERAL.....	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.3 ESTRUTURA DA TESE.....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 SÍNTESE HISTÓRICA.....	22
2.2 ESTADO DA ARTE DOS MÉTODOS DE DOSAGEM DOS CONCRETOS	23
2.3 MÉTODO DO ACI PARA DOSAGEM DE CONCRETOS	25
2.4 OUTROS MÉTODOS USADOS NO BRASIL.....	31
2.4.1 <i>Método do IBRACON</i>	31
2.4.2 <i>Método da ABCP</i>	35
2.5 MÉTODOS DE EMPACOTAMENTO DE PARTÍCULAS.....	40
2.5.1 <i>Modelo de Füller e Thompson</i>	40
2.5.2 <i>Modelo de Furnas</i>	41
2.5.3 <i>Modelo de Andreassen e Andersen</i>	42
2.5.4 <i>Modelo de Funk e Dinger</i>	42
2.5.5 <i>Modelo de De Larrard – Modelo de Empacotamento Compressível</i>	43
2.6 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	45
2.6.1 <i>Objetivos do Desenvolvimento Sustentável</i>	46
2.6.2 <i>Geração de CO₂ – Mundo</i>	47
2.6.3 <i>Indústria do Cimento x Geração de CO₂</i>	48
2.6.4 <i>Estratégias Desenvolvimento sustentável para Indústria da Construção</i>	50
2.6.5 <i>Avaliação do Ciclo de Vida – ACV</i>	51
2.6.6 <i>Energia de cominuição</i>	54
2.6.7 <i>Influência do Tamanho do Agregado na Pegada de Carbono</i>	56
3 METODOLOGIA.....	59
3.1 VARIÁVEIS ESTUDADAS PARA ESTRUTURAÇÃO DO MODELO	60
3.1.1 <i>Variável mecânica</i>	60
3.1.2 <i>Variável durabilidade</i>	61
3.1.3 <i>Variável ambiental</i>	66
3.1.4 <i>Variável econômica</i>	67
3.2 NORMALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS	68
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
4.1 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS PARA O MÉTODO DO ACI 211 - IMPACTO AMBIENTAL DA INCLUSÃO DA GRANULOMETRIA	69
4.1.1 <i>Análise da resistência característica aos 28 dias (f_{c28}) e relação água/cimento (a/c)</i>	69
4.1.2 <i>Análise da Pegada de Carbono (GWP) e relação água/teor de clínquer (a/tc)</i>	70
4.1.3 <i>Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação à resistência característica (f_{c28})</i>	71
4.1.4 <i>Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de argamassa seca (α) e Módulo de Finura do agregado miúdo (MF)</i>	72
4.1.5 <i>Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de água/materiais secos (H)</i>	73

4.1.6	Análise da Pegada de Carbono (GWP) e a relação de agregados secos/teor de clínquer (m/tc)	73
4.1.7	Análise da Pegada de Carbono (GWP) com densidade de empacotamento real (ϕ) e módulo de finura (MF)	74
4.1.8	Análise da Pegada de Carbono (GWP) ponderada pela Resistência Característica (f_{c28}) e a relação água/teor de clínquer (a/tc)	79
4.1.9	Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de clínquer (tc)	81
4.1.10	Análise da Pegada de Carbono (GWP) ponderada pela Resistência Característica (f_{c28}) e o teor de clínquer (tc)	82
4.1.11	Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao Custo	83
4.2	REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA DAS VARIÁVEIS DO MÉTODO DO ACI COM FOCO NA PEGADA DE CARBONO	84
4.3	VALIDAÇÃO DO MODELO COM DADOS DA LITERATURA - AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA NATUREZA DE MATERIAIS SUBSTITUTIVOS AO CLÍNQUER DE CIMENTO PORTLAND NA PEGADA DE CARBONO	86
4.3.1	Regressão Linear Múltipla das variáveis do Método Multicritério Proposto com foco na Pegada de Carbono – Dados da Literatura	87
4.4	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO COM FOCO NA PEGADA DE CARBONO	96
4.5	ENERGIA DE COMINUIÇÃO E A PEGADA DE CARBONO	97
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	APÊNDICE A - MAPA MENTAL DA ESTRUTURA DA TESE	109
		109
	APÊNDICE B – DADOS DOS PROJETOS DE DOSAGEM DE CONCRETO DOS TRABALHOS DA LITERATURA	110
	APÊNDICE C - DADOS DOS PROJETOS DE DOSAGEM USANDO O MÉTODO DO ACI	118
	APÊNDICE D – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA – ACI	127
	APÊNDICE E – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA – LITERATURA – CIMENTO	137
	APÊNDICE F – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA – LITERATURA – CIMENTO+SCM	139
	APÊNDICE G – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA – LITERATURA – CIMENTO+ESCÓRIA	141
	APÊNDICE H - DADOS REAIS DE PROJETOS DE DOSAGEM USADOS NO MÉTODO PROPOSTO	143
	APÊNDICE I – DADOS PARA ANÁLISE SIMULTÂNEA DE PARÂMETROS...	144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crescimento histórico na demanda de materiais de infraestrutura, exemplificado por meio da produção per capita de cimento, aço e madeira.....	19
Figura 2 – Fluxograma do método de dosagem do ACI.....	30
Figura 3 – Fluxograma do método de dosagem do IBRACON	32
Figura 4 – Diagrama de dosagem dos concretos de cimento Portland.....	35
Figura 5 – Curvas de Walz – Curvas de evolução de resistência do cimento	36
Figura 6 – Fluxograma do método de dosagem da ABCP	38
Figura 7 – Perturbações exercidas na classe intermediária por grãos graúdos e miúdos em uma mistura ternária	45
Figura 8 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	46
Figura 9 – Emissões totais de CO ₂ , Mundo 1971-2017.	48
Figura 10 – Emissões totais de CO ₂ da Indústria do cimento, Mundo 2014-2050.	49
Figura 11 – Fases de uma ACV.....	53
Figura 12 – Esquema do tamanho do estágio de cominuição e custo versus consumo de energia	55
Figura 13 - Emissão de CO ₂ por tipo de cimento	64
Figura 14 – Composição de Custo Unitário do DNIT para concreto usinado.....	67
Figura 15 – Relação água/cimento vs fc28.....	69
Figura 16 – GWP vs água/teor de clínquer	70
Figura 17 – GWP vs fc28 por tamanho de agregado graúdo para o Método do ACI	71
Figura 18 – GWP vs teor de argamassa seca por tamanho de agregado graúdo e módulo de finura do agregado miúdo para o Método do ACI.....	72
Figura 19 – GWP vs relação água/materiais secos por tamanho de agregado graúdo para o Método do ACI.....	73
Figura 20 – Pegada de Carbono (GWP) e relação de agregados secos/teor de clínquer (m/tc)	74
Figura 21 – Zonas granulométricas ABNT NBR 7211 – Agregado Graúdo	75
Figura 22 – Zonas granulométricas ABNT NBR 7211 – Agregado Miúdo.....	76
Figura 23 – Pegada de Carbono (GWP) e relação com a densidade de empacotamento real (ø).....	77
Figura 24 – Densidade de empacotamento real e relação com o módulo de finura para o D _{máx} 12,5 mm	78
Figura 25 – Densidade de empacotamento real e relação com o módulo de finura para o D _{máx} 19,0 mm	78
Figura 26 – Densidade de empacotamento real e relação com o módulo de finura para o D _{máx} 25,0 mm	79
Figura 27 – GWP/fc28 e relação água/teor de clínquer por tamanho de agregado graúdo para o Método do ACI.....	80
Figura 28 – GWP/fc28 e relação água/teor de clínquer para o agregado graúdo Ø9,5mm e Ø25,0 mm para o Método do ACI.....	80
Figura 29 – GWP e relação água/teor de clínquer para a granulometria de 9,50 mm.....	81
Figura 30 – GWP e relação água/teor de clínquer para a granulometria de 25,0 mm.....	81
Figura 31 – Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de clínquer (tc) por granulometria.....	82
Figura 32 – GWP/fc28 vs Teor de clínquer para o Método do ACI	83
Figura 33 – Pegada de Carbono (GWP) em relação ao Custo (R\$) por granulometria	84

Figura 34 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo no método do ACI.....	86
Figura 35 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo proposto com dados da literatura - Cimento.	90
Figura 36 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo proposto com dados da literatura – Cimento+SCM.....	90
Figura 37 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo proposto com dados da literatura – Cimento+Escória	91
Figura 38 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) com a resistência característica aos 28 dias (fc28) e o teor de clínquer (tc) – Cimento	91
Figura 39 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações água/teor de clínquer (a/tc) e agregados secos/teor de clínquer (m/tc) – Cimento	92
Figura 40 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações de agregados graúdos e miúdos – Cimento	92
Figura 41 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) com a resistência característica aos 28 dias (fc28) e o teor de clínquer equivalente (tceq) – Cimento+SCM.....	93
Figura 42 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações água/teor de clínquer equivalente (a/tceq) e agregados secos/teor de clínquer equivalente (m/tceq) – Cimento+SCM	93
Figura 43 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações de agregados graúdos e miúdos – Cimento+SCM	94
Figura 44 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) com a resistência característica aos 28 dias (fc28) e o teor de clínquer equivalente (tceq) – Cimento+escória.....	94
Figura 45 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações água/teor de clínquer equivalente (a/tceq) e agregados secos/teor de clínquer equivalente (m/tceq) – Cimento+escória	95
Figura 46 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações de agregados graúdos e miúdos – Cimento+escória	95
Figura 47 – Energia de cominuição de partículas por atividade de processamento mineral	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese histórica da evolução da tecnologia do concreto.....	23
Tabela 2 – Resistência a compressão especificada x resistência média a compressão requerida	26
Tabela 3 – Abatimento recomendado para vários tipos de construção	26
Tabela 4 – Requisitos aproximados do consumo de água e teor de ar para diferentes abatimentos e dimensão nominal máxima dos agregados	27
Tabela 5 – Relações entre a relação água/cimento e a resistência a compressão do concreto.	27
Tabela 6 – Volume de agregado graúdo por unidade de volume de concreto.....	28
Tabela 7 – Estimativa inicial da massa específica do concreto fresco.	28
Tabela 8 –Classes de agressividade ambiental	33
Tabela 9 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto	33
Tabela 10 – Requisitos para concreto exposto a soluções contendo sulfatos.....	33
Tabela 11 – Teor máximo de íons cloreto para proteção das armaduras do concreto.....	34
Tabela 12 – Desvio padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto	34
Tabela 13 – Determinação aproximada do consumo de água (c_a).....	37
Tabela 14 – Determinação da porcentagem de agregado graúdo (C_b)	37
Tabela 15 – Resumo dos valores K (índice de compactação) para diferentes processos de empacotamento	45
Tabela 16 – Limites de composição do cimento Portland (porcentagem de massa).....	62
Tabela 17 – Os 27 produtos da família de cimentos correntes segundo a EN-197-1.....	62
Tabela 18 – Equivalência dos cimentos brasileiros e americanos.....	63
Tabela 19 – Composição de Bogue	65
Tabela 20 – Coeficiente de atividade	66
Tabela 21 – Limites da composição granulométrica do agregado graúdo ABNT	75
Tabela 22 – Limites da composição granulométrica do agregado miúdo ABNT NBR 7211	76
Tabela 23 – Estatística de regressão – ACI	85
Tabela 24 – Análise de variância – ANOVA – ACI	85
Tabela 25 – Resultados da Regressão Linear Múltipla – ACI	85
Tabela 26 – Trabalhos usados na validação do modelo – Dados da Literatura.....	87
Tabela 27 – Estatística de regressão – Método Proposto – Dados da Literatura – Cimento	88
Tabela 28 – Análise de variância – ANOVA – Método Proposto – Dados da Literatura...	88
Tabela 29 – Resultados da Regressão Linear Múltipla – Método Proposto – Dados da Literatura	89
Tabela 30 – Aplicação do método com dados reais - Cimento	96
Tabela 31 – Aplicação do método com dados reais – Cimento+SCM.....	97
Tabela 32 – Energia de cominuição de rochas usadas e dosagens de concreto.....	98

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	34
Equação 2	40
Equação 3	41
Equação 4	42
Equação 5	43
Equação 6	43
Equação 7	44
Equação 8	44
Equação 9	44
Equação 10	44
Equação 11	54
Equação 12	65
Equação 13	65
Equação 14	65
Equação 15	65
Equação 16	68
Equação 17	68
Equação 18	86
Equação 19	89
Equação 20	89
Equação 21	89

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é uma das mais importantes de um país, esta é tida como uma das atividades industriais que mais influenciam no Produto Interno Bruto – PIB, dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2020) apontam que no Brasil no ano de 2019 o PIB foi de R\$ 7,4 trilhões, destes, os processos industriais representaram cerca de 21,4 % do total e a construção civil foi responsável por 17,8 % de todos os processos industriais.

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento - SNIC (2019) o desempenho da economia brasileira teve uma melhora em 2019, com o crescimento de 1,1% no PIB (em 2018 a performance foi de apenas 0,6%). O PIB per capita também ficou 0,3% maior do que em 2018. Dentre os setores, agropecuária e serviços apontaram a mesma variação de 1,3% enquanto o setor industrial apresentou alta de apenas 0,5%.

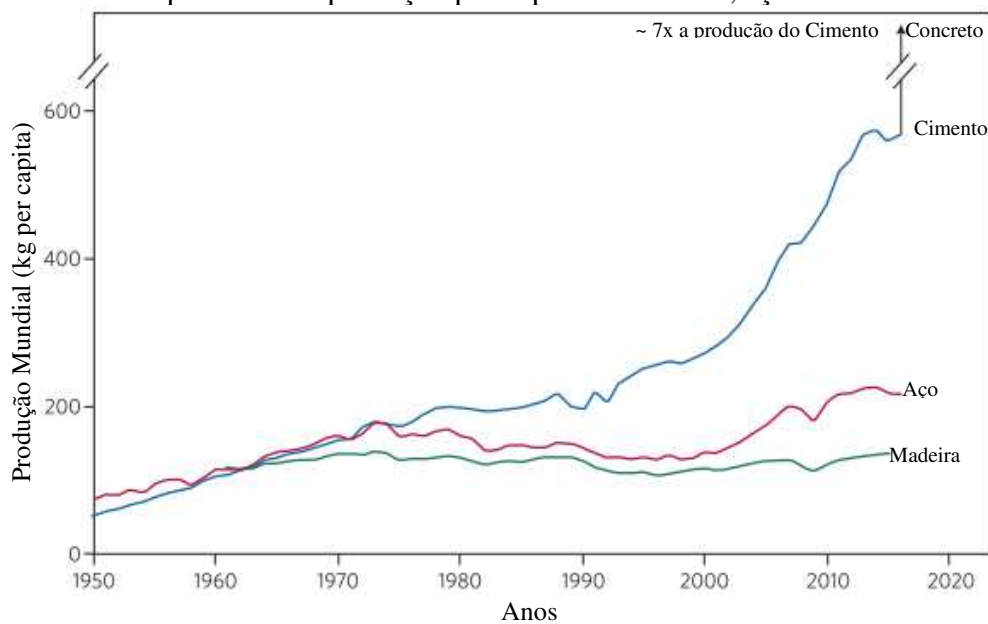
Entretanto, além de ser responsável pelo crescimento econômico também afeta consideravelmente o meio ambiente, devido ao alto consumo de recursos naturais, sejam estes no consumo de recursos minerais como matéria-prima para os materiais de construção, ou seja, na grande produção de resíduos que modificam a paisagem e geram grandes impactos ambientais.

A indústria da construção é uma indústria de transformação, que modifica o seu entorno e demais locais de onde provém matérias-primas inerentes ao processo construtivo, além do fato de produzir uma grande demanda de resíduos durante estes processos. Atualmente, há uma busca por processos e matérias-primas com baixo impacto ambiental.

Com o desenvolvimento tecnológico das indústrias e o aumento da população nos centros urbanos, ocorreu, paralelamente, um aumento crescente da quantidade e diversidade de poluentes ambientais e, conseqüentemente, um comprometimento contínuo da qualidade de vida dos seres vivos no meio ambiente. Surgiu, então, a necessidade de consolidar novos modelos de desenvolvimento, buscando a sustentabilidade através de alternativas de utilização dos recursos existentes, orientadas por uma racionalidade ambiental, visando à preservação dos recursos naturais (KARPINSK et al., 2009).

O concreto é sem dúvida o material de construção mais utilizado no mundo, consoante a Monteiro, Miller & Horvath (2017), onde afirmam que com exceção da água, o concreto é o material mais consumido no mundo em massa. Com um consumo anual estimado em cerca de 30 bilhões de toneladas, o concreto supera a produção per capita de qualquer outro material, e a demanda mundial está sempre crescendo, conforme observado na Figura 1.

Figura 1 – Crescimento histórico na demanda de materiais de infraestrutura, exemplificado por meio da produção per capita de cimento, aço e madeira.



Fonte: Adaptado de (MONTEIRO; MILLER; HORVATH, 2017)

Há pouco mais de 20 anos Aïtcin (2000), descreveu que tanto o cimento, quanto o concreto teriam que evoluir no respeito ao meio ambiente, dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável. É fato que temos que projetar misturas de concreto que respeitem o ambiente ao qual estarão inseridos, de modo a prolongar a vida útil, não numa corrida desenfreada por MPa's, uma vez que resistência e durabilidade têm que estar intimamente ligadas para um bom desempenho estrutural. Nesse sentido, temos que projetar dosagens que também que atendam às necessidades do cliente final e sejam ainda assim ambientalmente aceitáveis.

A análise e quantificação dos impactos ambientais globais da produção de concreto requerem uma abordagem analítica holística. A abordagem mais adequada para esta análise é a avaliação do ciclo de vida. Esta abordagem envolve considerar todo o ciclo de vida do concreto, incluindo a extração de matérias-primas, processos de fabricação, transporte, construção e descarte em fim de vida. Ao utilizar a avaliação do ciclo de vida, os tomadores de decisão e os fabricantes podem obter uma compreensão abrangente de os impactos ambientais associados à produção de concreto (FLATT; ROUSSEL; CHEESEMAN, 2012). Além disso, esta informação pode informar o desenvolvimento de estratégias e tecnologias para mitigar estes impactos e alcançar práticas concretas mais sustentáveis (HABERT *et al.*, 2010). Podendo assim então identificar áreas onde podem ser feitas melhorias para reduzir as emissões de carbono, conservar recursos e minimizar resíduos.

A produção de concreto é conhecida por deixar uma pegada ambiental significativa, principalmente devido aos grandes volumes de material necessário e às emissões de CO₂ geradas durante a produção de cimento Portland (ZHANG, J. *et al.*, 2014). Ainda, as

necessidades de energia, o consumo de água e a geração de resíduos de construção e demolição também contribuem. ao impacto ambiental negativo da produção de concreto (HABERT *et al.*, 2010). Para enfrentar estes desafios, vários esforços de investigação estão sendo empreendidos para reduzir a pegada de carbono do concreto. Esses esforços incluem o uso de materiais cimentícios suplementares como substitutos parciais do cimento Portland e o desenvolvimento de ligantes alternativos.

Considerando a importância da indústria do cimento e a sua contribuição significativa para as emissões globais de CO₂, é crucial explorar potenciais melhorias tecnológicas que possam melhorar a sustentabilidade da produção de concreto. tendo em vista eu este é composto por diversos materiais principais, incluindo cimento, agregados miúdos e graúdos. O tamanho do agregado graúdo usado no concreto tem um impacto significativo tanto na sua trabalhabilidade quanto na sua resistência. Diferentes tamanhos de agregado graúdo podem ser utilizados no concreto, variando de 5 mm a 19 mm ou até maiores, ou mesclas destes. A escolha do tamanho do agregado depende de vários fatores, incluindo a resistência desejada do concreto, o uso pretendido da estrutura e a disponibilidade de tamanhos de agregado adequados e a classe de agressividade ambiental. O uso de tamanhos maiores de agregados no concreto pode resultar em uma redução na quantidade de cimento necessária para uma determinada relação água-cimento. Isto pode levar a uma diminuição da pegada de carbono da produção do concreto, uma vez que a produção de cimento é uma importante fonte de emissões de CO₂.

É fato que a utilização de agregados de tamanhos maiores também pode melhorar a trabalhabilidade do concreto e reduzir o risco de segregação, podendo também aumentar a durabilidade e a resistência à abrasão do concreto. Portanto, considerar o tamanho do agregado graúdo é importante não apenas para as propriedades mecânicas do concreto, mas também para o seu impacto ambiental. Ou seja, o tamanho do agregado graúdo usado no concreto desempenha um papel crucial na determinação de sua trabalhabilidade, resistência, durabilidade e impacto ambiental.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo desta tese, é investigar os principais componentes responsáveis pela pegada de carbono dentre os parâmetros de dosagem de concretos estruturais visando otimizar o desempenho com abordagem multicritério, com foco nos efeitos do tamanho do agregado e fator água/cimento na pegada de carbono.

1.2 Objetivos Específicos

- Investigar o impacto ambiental da inclusão da granulometria nos critérios dos métodos de dosagem
- Avaliar o impacto da natureza de materiais substitutivos ao clínquer de cimento Portland na pegada de carbono de concretos estruturais

- Aferir como os principais componentes usuais de concretos estruturais afetam simultaneamente a múltiplos critérios ambientais, econômicos, mecânicos e de durabilidade.
- Investigar o potencial do uso de modelos multicritério visando otimizar misturas de concreto que atendam simultaneamente a parâmetros tecnológicos, desempenho e ambientais.

1.3 Estrutura da tese

Esta Tese é estruturada em cinco capítulos, cujo conteúdo é resumido a seguir:

O Capítulo 1 realizada uma introdução do trabalho, onde se relata a importância da pesquisa, seus objetivos e a estrutura da Tese.

O Capítulo 2 aborda um breve histórico sobre os modelos de dosagem de concreto, descrevendo o Estado da Arte, a evolução dos métodos de dosagem dos concretos, suas limitações e o procedimento para sua aplicação. Apresenta as principais definições sobre o desenvolvimento sustentável, os principais objetivos deste, bem como as estratégias para seu desenvolvimento na indústria da construção, além da conceituação e abordagem utilizada na Avaliação do Ciclo de Vida dos materiais empregados, com ênfase na pegada de carbono e na diminuição de agregados. É apresentado os métodos do American Concrete Institute (ACI), IBRACON e ABCP, para dosagem de concretos e como os materiais influem neste modelo. É descrito os principais métodos de empacotamento de partículas, demonstrando a evolução destes métodos.

O Capítulo 3 descreve a Metodologia empregada para a Avaliação Multicritério, seus fundamentos teóricos, sua correlação com as propriedades do concreto e dos materiais empregados e o procedimento para a aplicação deste método.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos na presente Tese, discutindo-os e apontando as principais evidências observadas.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais da Tese e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Síntese Histórica

Desde os primórdios da civilização, o homem busca adequar o meio ambiente às suas necessidades, com o tempo foi dominando às práticas e processos construtivos, contudo, na atualidade a temática da construção sustentável vem sendo pauta de diversas discussões, cada vez mais tem que adequar estes processos construtivos a processos mais eficientes e dosagens mais eficazes. O concreto é o material mais usado na construção civil e em estruturas.

Segundo Tutikian & Helene (2011), entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível e sempre mais rigorosa a proporção expressa em massa seca de materiais.

É fato que não há uma metodologia unificada para obtenção de projetos de dosagem de concreto de concreto, uma vez que há diferentes tipos de cimento, agregados graúdos e miúdos com características bastante distintas, aditivos, adições, fibras, pigmentos com as mais diferentes propriedades para melhorar o concreto fresco ou endurecido, questões como relação água/cimento, teor de ar incorporado ou ar aprisionado, dentre outras características.

Contudo às normas nacionais e internacionais buscam normalizar propriedades intrínsecas dos materiais componentes, com vistas às questões mecânicas, durabilidade, dentre outras para aumentar cada vez mais a vida útil das estruturas.

Diversos pesquisadores no Brasil e no mundo propuseram diversas metodologias de dosagem de concretos, há dados históricos que abordam o uso de tecnologias de cimento e argamassas desde o século XIX, podemos citar como um marco histórico a patente do processo de fabricação de cimento Portland por Aspdin em 1824. Com o passar do tempo foi-se evoluindo o estudo da temática dos métodos de dosagem dos concretos, Tutikian & Helene (2011), dividiram essa evolução em cinco fases:

1. Princípios da tecnologia de cimentos e argamassa;
2. Fundamentos dos métodos clássicos de dosagem;
3. Consideração dos parâmetros estatísticos;
4. Teorias abrangentes;
5. Aperfeiçoamento, simplificações e extensão dos parâmetros de dosagem.

Esta evolução é mérito de diversos estudos, aprimorando cada vez mais o estudo do comportamento dos materiais, suas características, suas influências em separado ou unidos como um compósito.

2.2 Estado da arte dos métodos de dosagem dos concretos

De modo a respaldar o método de dosagem a ser utilizado, foi efetuada uma revisão extensa na literatura, contudo, Tutikian & Helene (2011) sintetizaram uma série histórica dos métodos de dosagem de concreto desde 1824 até 2011, Conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Síntese histórica da evolução da tecnologia do concreto

Período	Pesquisador	Ano	Contribuição
Até 1891, “princípios da tecnologia de cimentos e argamassa”	Joseph Aspdin	1824	- Patenteia processo de fabricação de cimento Portland.
	Louis Vicat	1828	- Importância da granulometria da areia; Inconvenientes do excesso de água.
	Rondelet	1830	- Finura da areia é fundamental.
	Préadeau	1881	- Fundamentos da granulometria descontínua
	René Férét	1892	- Lei fundamental de correlação entre resistência e compacidade.
1892 a 1951	Fuller	1901	- Curva de referência (parábola) para granulometria ideal.
	Duff Abrams	1918	- Lei universalmente aceita de correlação entre resistência e relação a/c; modulo de finura; cone de abatimento para medida de consistência.
	Bolomey	1925	- Melhora da curva de referência de Fuller
	Ary Torres	1927	- Confirmação dos modelos de Férét e Abrams e propõe o método de finura no Brasil
	Du Sablon	1927	- Princípios da granulometria descontínua.
	Inge Lyse	1932	- Demonstra a importância da água por unidade de volume na definição da consistência do concreto.
	Lobo Carneiro	1937	- Métodos de dosagem do INT com base nas curvas de Bolomey.
	Blanks	1944	- Texto consensual do ACI (na época 613, atual 211).
	Valette	1949	- Método de dosagem com base na granulometria descontínua e água de molhagem.
	Petrucci	1951	- Método de dosagem ITERS.
1936 a 1978	Paulo Sá	1936	- Aplicação da estatística as características das madeiras
	Oliveira	1939	- Aplicação da estatística ao controle da resistência do concreto.
	Walker	1944	- Aplicação dos conceitos da probabilidade á dosagem do concreto (1%).
	Morgan	1944	- Dosagem do concreto com base em resistências mínimas (1,0 %)
	Carneiro	1944	- Dosagem do concreto com base em resistências mínimas (2,5 %)
“Consideração dos parâmetros estatísticos”	Leme	1953	- Conceito moderno de coeficiente de segurança
	C&CA	1954	- Simpósio sobre dosagem e controle da qualidade do concreto

	Basílio	1954	- Influência do coeficiente de variação na dosagem
	ABNT, NB-1	1960	- Adota exclusivamente o coeficiente de variação como parâmetro característico da produção do concreto.
	CEB,CIB,FIP,Rilem	1972	- Privilegia o desvio-padrão como parâmetro característico da produção de concreto.
	ABNT NBR-6118	1978	- Adota exclusivamente o desvio-padrão como parâmetro característico da produção de concreto.
	ABNT NBR12655	2000	- Adota os dois parâmetros como característicos da produção de concreto.
1950 a 1978 “teorias abrangentes”	L’Hermite	1950	- Introduz o modelo reológico para representar o comportamento do concreto fresco.
	Tattersall	1957	- Aprofunda os estudos de reologia.
	Bombled	1968	- Aprofunda os estudos de reologia do concreto fresco correlacionando-o a concreto endurecido.
	Powers	1968	- Propõe um modelo abrangente de comportamento do concreto
	Sobral	1977	- Introduz o modelo de Powers no Brasil
	Camargo	1977	- Propõe uma representação do comportamento resistente integral do concreto
	Priszkulnik	1977	- Introduz os modelos reológicos no Brasil
	Tattersall	1978	- Publica um resumo das teorias sobre reologia e trabalhabilidade dos concretos frescos.
1958 a 2011 “aperfeiçoamento, simplificações e extensão dos parâmetros de dosagem”	Kurt Walz	1958	- Introduz a curva de referência da resistência do cimento com a relação a/c
	Murdock	1960	- Apresenta uma fórmula simplificada de representação dos fatores que influem na trabalhabilidade.
	Priszkulnik & Kirilos	1974	- Introduzem o diagrama de dosagem dos concretos nos estudos de dosagem dos concretos.
	Fusco	1979	- Ressalta a importância da variabilidade da resistência do cimento sobre a resistência do concreto.
	Rodrigues	1990	- Apresenta a versão nacional do método de dosagem do ACI incluindo parâmetros obtidos das correlações atualizadas.
	Tango	1986	- Publica aplicações do método IPT de dosagem.
	De Larrard	1990	- Introduz conceitos de misturas compactas.
	Helene & Terzian	1992	- Publicam manual sobre dosagem e controle dos concretos no Brasil.
	Geraldo Isaia	1995	- Introduz conceito de misturas binárias e ternárias
	Vitervo O’Reilly	1998	- Introduz metodologia prática de obter misturas compactas.
	Bernardo Tutikian	2007	- Publica método de dosagem para concretos auto-adensáveis.
	Kodmatka & Wilson	2011	- PCA publica 15ª versão do manual de

Nota-se, que desde os primórdios dos estudos de tecnologia de cimentos e argamassa, ou seja, a partir da patente do processo de fabricação de cimento em 1824 por Aspdin, diversos estudiosos tentaram entender como materiais e métodos influenciam nas dosagens de concreto.

Ainda hoje, utilizamos alguns métodos de dosagens e teorias clássicas nos estudos da tecnologia do concreto, é fato que estamos em processo de evolução, principalmente quando tratamos da utilização de aditivos e materiais cimentícios suplementares, parâmetros estatísticos foram introduzidos nos estudos de dosagem, bem como diversas teorias referente às propriedades do concreto fresco e endurecido. Hoje avançamos no aperfeiçoamento destas teorias, com vistas às metodologias que busquem um desenvolvimento sustentável.

Para entendermos como devemos proceder no aperfeiçoamento de técnicas e tecnologias, referente aos materiais da dosagem de concretos, devemos entender como cada um destes influencia no produto final. É fato que muito já se foi debatido e estudado nesta área, porém há lacunas que devem ser preenchidas quando tratamos de processos sustentáveis, uma vez que este tema é relativamente novo na construção civil.

De modo a entender como alguns métodos de dosagem de concreto são aplicáveis, foi elaborado um resumo da utilização de alguns dos principais métodos de dosagem de concreto utilizados no Brasil e no mundo.

2.3 Método do ACI para dosagem de concretos

De acordo com Mehta e Monteiro (2008), vários procedimentos e métodos para calcular as proporções da mistura de concreto estão disponíveis na maioria dos países do mundo. Abordagens matemáticas para determinar a proporção correta de materiais componentes de uma mistura de concreto, atendendo a um determinado conjunto de especificações geralmente não funciona, porque os materiais variam amplamente em suas características. Isso explica por que há um grande número de estudos empíricos e métodos baseados em extensos dados de teste desenvolvidos a partir de materiais locais. Uma revisão abrangente dos procedimentos britânicos e franceses está contida no *Concrete Mixture Proportioning*. O método recomendado pelo Comitê 211 do *American Concrete Institute - ACI* é popular nos Estados Unidos e em muitos outros países do mundo.

Para utilizar-se do método do ACI, é necessário definir a resistência a compressão requerida, disponível no projeto estrutural. Contudo deve-se levar em consideração que o concreto é um material heterogêneo e devido a isto deve ser considerado o desvio padrão, que pode ser obtido a partir de uma série de ensaios em materiais semelhantes. Quando não se dispor de dados adequados para estabelecer o desvio padrão para determinar a resistência média requerida aos 28 dias, pode-se utilizar os dados constantes na Tabela 2.

Tabela 2 – Resistência a compressão especificada x resistência média a compressão requerida

Resistência a compressão especificada Fc (MPa)	Resistência média a compressão requerida Fc28 (MPa)
<20,7 MPa	Fc+6,9
20,7 – 34,5	Fc+8,3
>34,5	Fc+9,6

Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

Obtida a resistência média requerida para o projeto de mistura de concreto, deve-se obedecer os princípios gerais subjacentes a este método, os quais são descritos em 9 passos e utilização de algumas tabelas de acordo com as características dos materiais envolvidos e nas especificações requeridas para o concreto. São estes os seguintes passos:

- 1) Escolha do abatimento: não sendo especificado o mesmo é obtido a partir da tabela 3;

Tabela 3 – Abatimento recomendado para vários tipos de construção

Tipos de construção	Abatimento (mm)	
	Máximo	Mínimo
Paredes de fundações armadas e sapatas	75	25
Sapatas não armadas, caixões e paredes de vedação	75	25
Vigas e paredes armadas	100	25
Pilares de edifício	100	25
Pavimentos e lajes	75	25
Concreto massa	50	25

Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

- 2) Escolha da dimensão máxima característica do agregado: Geralmente, o tamanho máximo do agregado graúdo deve ser o maior economicamente disponível e consistente com as dimensões da estrutura. O ACI recomenda que, em nenhum caso, a dimensão máxima do agregado exceda um quinto da menor dimensão entre as faces das formas, um terço da espessura das lajes, ou três quartos do espaço livre mínimo entre as armaduras;
- 3) Estimativa do consumo de água de amassamento e do teor de ar, a mesma pode ser obtida através da tabela 4;

Tabela 4 – Requisitos aproximados do consumo de água e teor de ar para diferentes abatimentos e dimensão nominal máxima dos agregados

Consumo de água, em kg/m³ de concreto para as dimensões nominais máximas de agregados indicadas								
Abatimento, mm	9,5	12,5	19,0	25,0	37,5	50,0	75,0	150,0
Concreto sem ar incorporado								
25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Mais de 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Quantidade aproximada de ar aprisionado no concreto sem ar incorporado %	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto com ar incorporado								
25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-
Mais de 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Médias recomendadas do teor total de ar, % por nível de exposição:								
Exposição amena	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Exposição moderada	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Exposição severa	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

- 4) Seleção da relação água cimento: recomenda-se desenvolver a relação resistência relação água cimento, contudo na ausência pode-se utilizar os dados da tabela 5;

Tabela 5 – Relações entre a relação água/cimento e a resistência a compressão do concreto.

Resistência a compressão aos 28 dias (MPa)	Relação água cimento, em massa	
	Concreto sem ar incorporado	Concreto com ar incorporado
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

- 5) Estimativa do consumo de cimento: O consumo de cimento pode ser calculado dividindo o consumo de água de mistura no passo 3 pela relação água/cimento;
- 6) Estimativa do consumo de agregado graúdo: De acordo com os dados da Tabela 6, o volume de agregado graúdo em um volume unitário de concreto pode ser estimado a partir de seu tamanho agregado máximo e o módulo de finura de agregado miúdo. Este

volume é convertido para o peso seco do agregado graúdo multiplicando o valor da massa unitária no estado compactado seco determinado experimentalmente.

Tabela 6 – Volume de agregado graúdo por unidade de volume de concreto.

Dimensão máxima dos agregados (mm)	Volume dos agregados graúdos secos por unidade de volume de concreto, para distintos módulos de finura do agregado miúdo			
	MF_{areia} = 2,40	MF_{areia} = 2,60	MF_{areia} = 2,80	MF_{areia} = 3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,60
25,0	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50,0	0,78	0,76	0,74	0,72
75,0	0,82	0,80	0,78	0,76
150,0	0,87	0,85	0,83	0,81

Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

- 7) Estimativa do consumo de agregado miúdo: De acordo com o método do peso, se o peso unitário do concreto fresco for conhecido da experiência anterior, então o peso necessário do agregado miúdo é simplesmente a diferença entre o peso unitário do concreto e os pesos totais da água, cimento e agregado graúdo. Na ausência de uma estimativa confiável do peso unitário de concreto pode ser obtido na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa inicial da massa específica do concreto fresco.

Dimensão máxima dos agregados (mm)	Estimativa inicial da massa específica do concreto fresco em kg/m³	
	Concreto sem ar incorporado	Concreto com ar incorporado
9,5	2.280	2.200
12,5	2.310	2.230
19,0	2.345	2.275
25,0	2.380	2.290
37,5	2.410	2.350
50,0	2.445	2.345
75,0	2.490	2.405
150,0	2.530	2.435

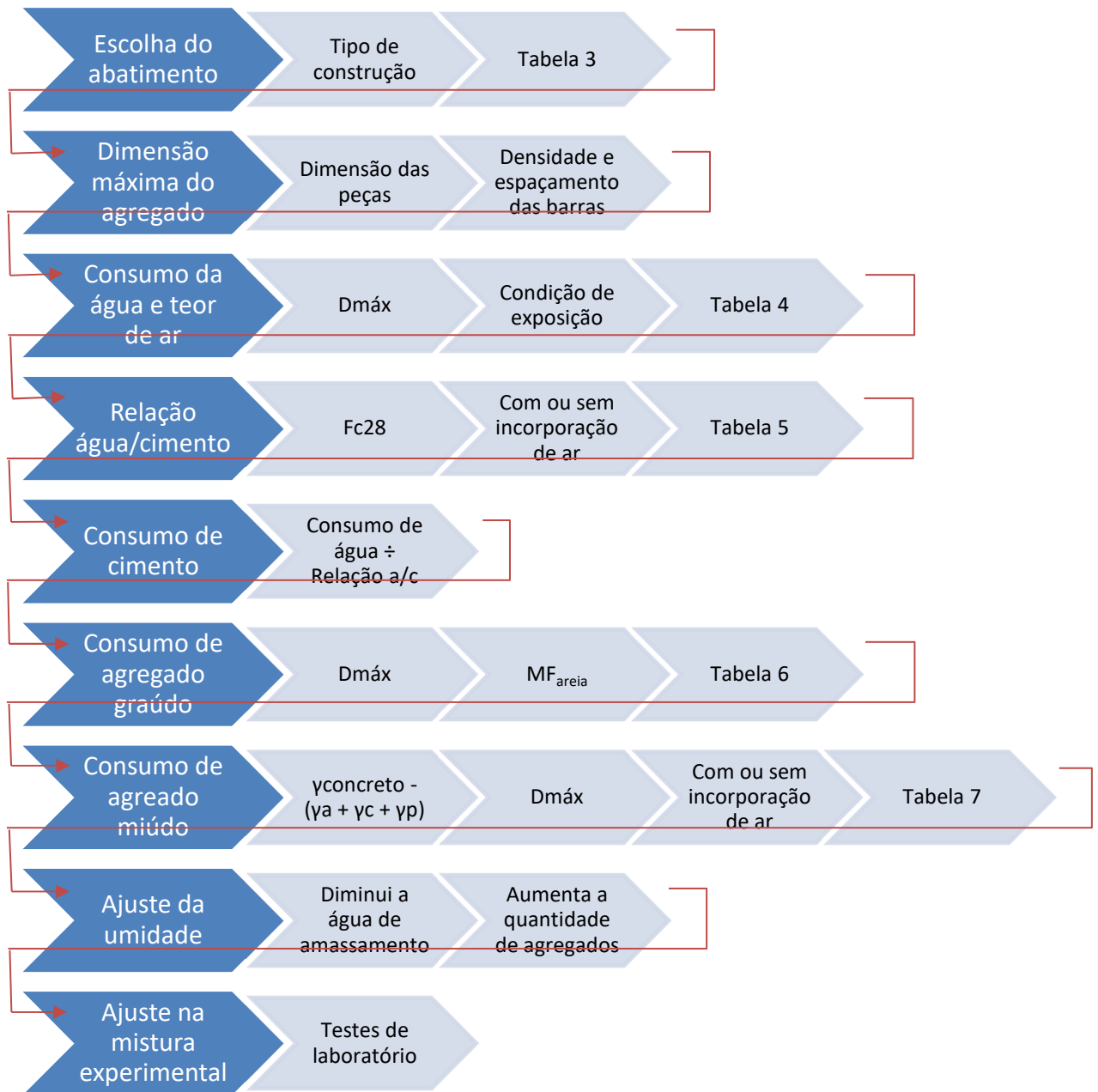
Fonte: Mehta e Monteiro (2008).

- 8) Ajuste da umidade do agregado: Para lotes experimentais, dependendo da quantidade de umidade livre nos agregados, diminui-se a água de amassamento e aumenta-se correspondentemente as quantidades de agregados, por meio de cálculos simples.

- 9) Ajustes na mistura experimental: Por causa de uma série de hipóteses em que se baseiam cálculos teóricos, as proporções da mistura para os materiais reais a serem utilizados, devem ser verificados e ajustados por meio de testes de laboratório. Estes passos estão organizados conforme fluxograma do processo, conforme pode ser observado na Figura 2.

Embora seja utilizado mundialmente, o método de dosagem do ACI, tem algumas limitações, dentre elas podemos destacar que o mesmo é limitado a valores tabelados, assim sendo, este conduz a uma única mistura-resposta, que caso não atenda às características do projeto de dosagem exigido, deverá ser executado um novo estudo experimental. No tocante à pegada ambiental, o método não fornece nenhum parâmetro de análise da geração de CO₂ incorporado na mistura.

Figura 2 – Fluxograma do método de dosagem do ACI



Fonte: Arquivo do autor

Além do Método do ACI, temos outros métodos de dosagem de concretos que são bastante difundidos, devido à aplicabilidade experimental, o método da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), por exemplo, foi adaptado do método do ACI para se ajustar à realidade dos agregados encontrados no Brasil. Outro método é o do IBRACON (Instituto Brasileiro de Concreto), o qual tem como fundamento principal aliar menor quantidade de água de amassamento à consistência, de modo a resultar numa máxima resistência à compressão. Mesmo sendo bastante utilizados, os métodos da ABCP e do

IBRACON, consoante ao método do ACI, também não trazem nenhuma referência à pegada de carbono em concretos.

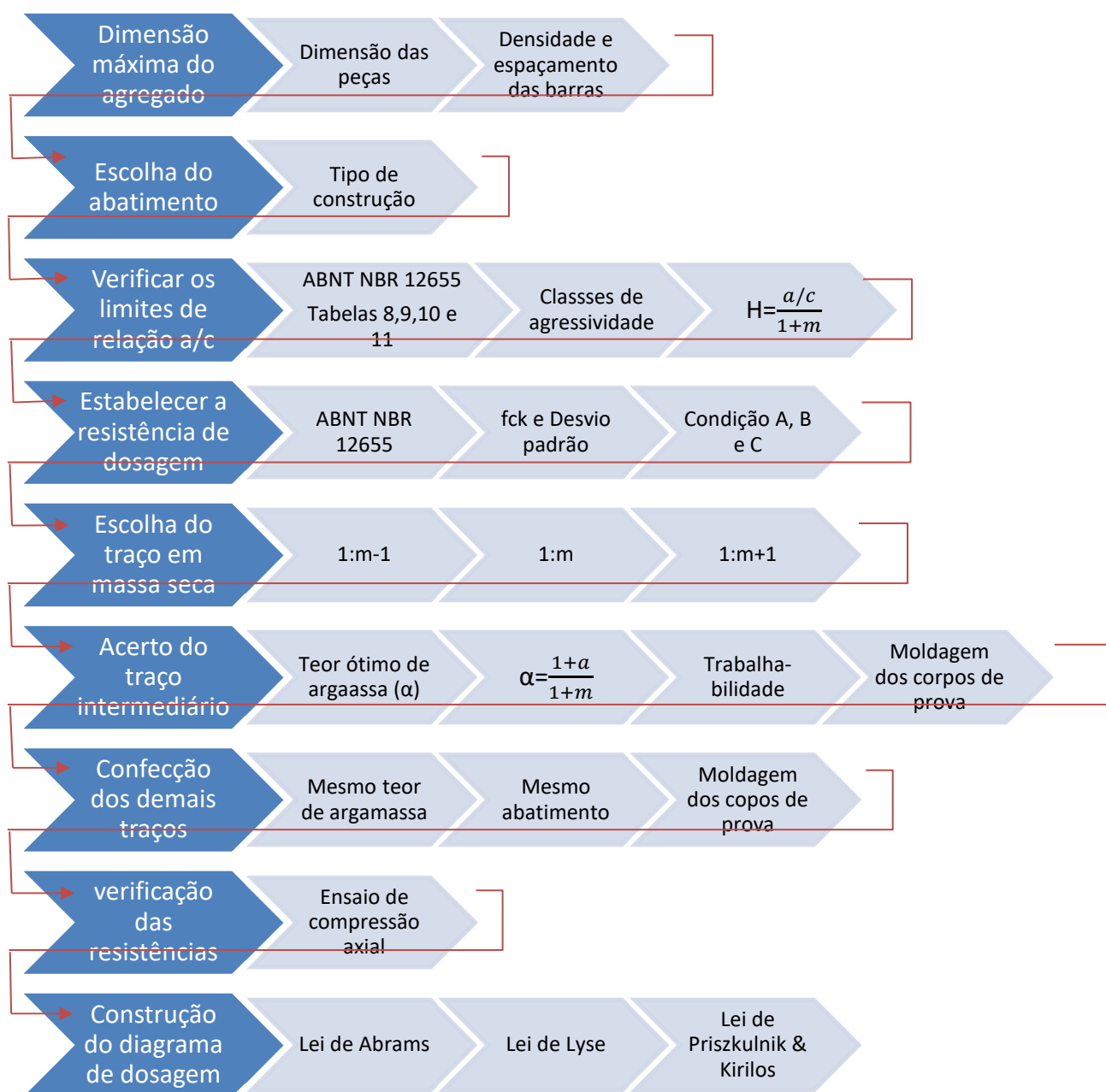
Os métodos da ABCP e IBRACON, são apresentados de modo à entender a sistemática do uso, bem como fatores que são relevantes na escolha das variáveis no estudo da tecnologia de dosagem de concretos.

2.4 Outros métodos usados no Brasil

2.4.1 Método do IBRACON

Tutikian & Helene (2011) explanam que o método do Instituto Brasileiro de Concreto - IBRACON entende que a melhor proporção entre os agregados disponíveis é aquela que consome a menor quantidade de água para obter um dado abatimento requerido e faz isso considerando a interferência do aglomerante (cimento + adições) na proporção total de materiais. Portanto não se trata de obter a máxima compacidade do esqueleto granular, mas sim de obter o mínimo consumo de água para uma requerida consistência, o que vai resultar na máxima resistência à compressão daquele concreto. Poder-se-ia associar a uma “mistura” dos métodos baseados na granulometria contínua (máxima trabalhabilidade) com métodos que se fundamentam na granulometria descontínua (máxima compacidade). Estes passos estão compilados no fluxograma do processo conforme a Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do método de dosagem do IBRACON



Fonte: Arquivo do autor

São utilizadas como parâmetros de escolha para a relação água/cimento (a/c) os limites presentes nas Tabelas 8, 9, 10 e 11, referentes às classes de agressividade ambiental visando a durabilidade e aumento da vida útil. Desta forma, tende a ser usada uma baixa relação água/cimento ou elevada resistência, e estas podem ser necessárias para a obtenção de baixa permeabilidade do concreto ou proteção contra a corrosão da armadura ou proteção a processos de congelamento e degelo, parâmetros estes obtidos na ABNT NBR

12.655 (2015)– Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento.

Tabela 8 –Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana	Pequeno
III	Forte	Marinha Industrial	Grande
IV	Muito Forte	Industrial Respingos de maré	Elevado

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 12655 (2015)

Tabela 9 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤0,65	≤0,60	≤0,55	≤0,45
	CP	≤0,60	≤0,55	≤0,50	≤0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥C20	≥C25	≥C30	≥C40
	CP	≥C25	≥C30	≥C35	≥C40
Consumo de cimento Portland por metro cúbico de concreto kg/m ³	CA e CP	≥260	≥280	≥320	≥360

CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: ABNT NBR 12655 (2015)

Tabela 10 – Requisitos para concreto exposto a soluções contendo sulfatos

Condições de exposição em função da agressividade	Sulfato solúvel em água (SO₄) presente no solo % em massa	Sulfato solúvel (SO₄) presente na água ppm	Máxima relação água/cimento, em massa, para concreto com agregado normal	Mínimo fck (para concreto com agregado normal ou leve) Mpa
Fraca	0,00 a 010	0 a 150	Conforme tabela 2 (NBR12655)	Conforme tabela 2 (NBR12655)
Moderada	0,10 a 0,20	150 a 1500	0,50	35
Severa	Acima de 0,20	Acima de 1500	0,45	40

Fonte: ABNT NBR 12655 (2015)

Tabela 11 – Teor máximo de íons cloreto para proteção das armaduras do concreto

Classe de agressividade	Condições de serviço da estrutura	Teor máximo de íons cloreto (Cl⁻) no concreto % sobre a massa de cimento
Todas	Concreto protendido	0,05
III e IV	Concreto armado exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,15
II	Concreto armado não exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,30
I	Concreto armado em brandas condições de exposição (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura)	0,40

Fonte: ABNT NBR 12655 (2015)

Diferentemente do método do ACI, no que diz respeito aos desvios padrões utilizados, o método do IBRACON adota os desvios constantes na ABNT NBR 12655 (2015) - Concreto de cimento Portland - preparo, controle e recebimento – Procedimento. Nesta o desvio padrão é adotado a partir das condições de preparo, conforme a tabela 12 e posteriormente é calculado a resistência média de dosagem conforme a equação 1:

$$f_{cmj} = f_{ckj} + 1,65 S_d$$

Equação 1

Onde:

f_{cmj} = é a resistência média do concreto à compressão, prevista para a idade de j dias, expressa em megapascals (MPa);

f_{ckj} = é a resistência característica do concreto à compressão, aos j dias, expressa em megapascals (MPa);

S_d = é o desvio-padrão da dosagem, expresso em megapascals (MPa).

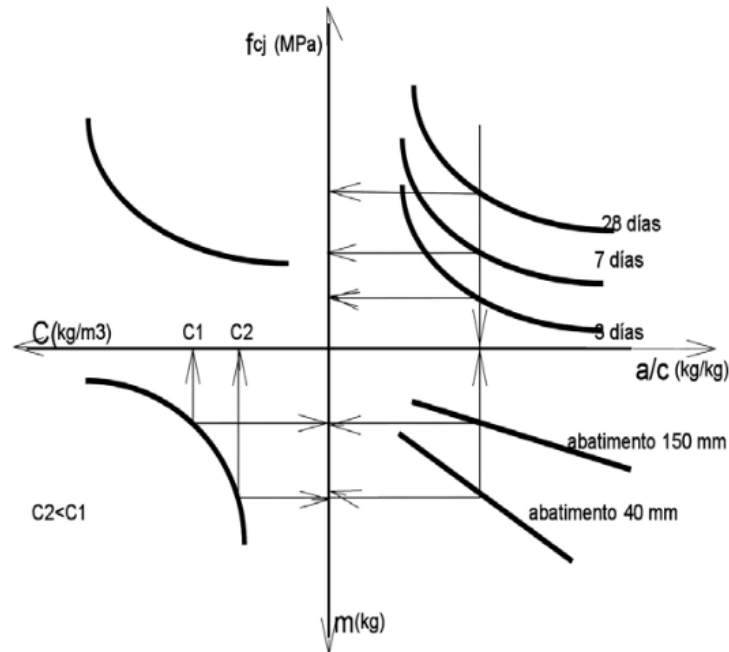
Tabela 12 – Desvio padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto

Condição de preparo do concreto	Desvio padrão (MPa)	Classe de concreto	Dosagem de materiais
A	4,0	aplicável a todas as classes de concreto	O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume
B	5,5	C10 até C20	O cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume e os agregados medidos em massa combinada com volume
C	7,0	C10 até C15	O cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 12655 (2015)

Após a obtenção dos resultados é construído um diagrama de dosagem, no qual é demonstrado o comportamento das misturas de concreto em estudo, este dá um melhor entendimento do comportamento dos projetos de dosagem estudados, para um mesmo abatimento. Para traçar tal diagrama são utilizadas Leis já consagradas do estudo de dosagem de concretos, tais como: Lei de Abrams ou Powers, Lei de Lyse e Lei de Prizskulnik & Kirilos. Um exemplo do diagrama pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Diagrama de dosagem dos concretos de cimento Portland.



Fonte: Tutikian & Helene (2011).

Embora Tutikian & Helene (2011), citem que haverá uma melhor avaliação indireta da sustentabilidade em termos de redução de emissão de gases estufa, na correlação da resistência à compressão com o consumo de cimento no 4º quadrante do diagrama de dosagem do Método do IBRACON, não há como se computar a pegada de carbono do processo de forma direta apenas na interpretação gráfica. Desta forma, há de se observar que, o método também deixa uma lacuna no que diz respeito a sustentabilidade quando observado o critério do CO_2 incorporado.

2.4.2 Método da ABCP

O método da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, inicialmente foi proposto por Ary Torres e Carlos Rosman em 1956, porém atualmente adota uma adaptação do Método do ACI, onde este foi introduzido no Brasil e adaptado para realidade nacional pelo Engenheiro Publio Penna Firme Rodrigues em 1984, no Estudo Técnico titulado "Parâmetros de Dosagem do Concreto", (TUTIKIAN & HELENE, 2011). Este método permite a utilização de agregados graúdos britados e areia de rio que se

enquadram na norma ABNT NBR - 7.211 (2009) – Agregados para concreto - Especificação.

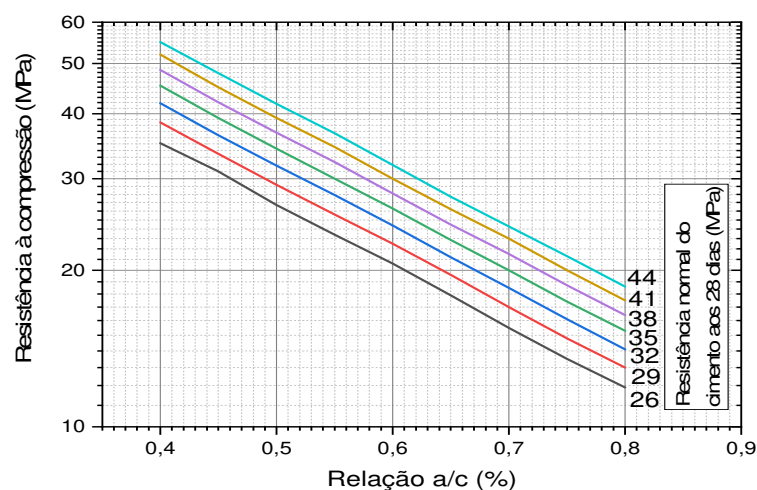
De acordo com Boggio (2000), O método da ABCP preocupa-se com a trabalhabilidade através de diversos fatores relativos aos materiais, às condições de execução e adensamento e às dimensões das peças. Um conceito fundamental abordado pelo método é aquele que vincula, para cada granulometria da areia e cada tamanho máximo de agregado graúdo, um valor máximo do volume de agregado compactado seco por m³ de concreto. Além disso, este procedimento de dosagem, desenvolvido para concretos de consistência plástica e fluida, fornece projetos de dosagem com baixos teores de areia, tentando obter misturas mais econômicas.

Curti (2020) ressalva que teoricamente todos os métodos de dosagem fornecem uma primeira aproximação dos quantitativos de materiais (cimento, água, agregados miúdos e graúdos e aditivos, etc.) devendo ser realizada uma mistura experimental em laboratório, após a obtenção do projeto de dosagem teórico, para se fazer os ajustes, caso necessário, e finalmente ser utilizado em obras.

Da mesma forma como o método do ACI, o método da ABCP, apresentada uma sequência de etapas bem definidas, com dados obtidos nas tabelas 13 e 14 e no ábaco da Figura 5. Um desses ábacos mais importantes é o das curvas de Walz desenvolvidas no departamento de Cimento e Concreto da ABCP.

Segundo Boggio (2000), a utilização das curvas de Walz baseia-se no conhecimento prévio da resistência do cimento. Conhecida a resistência normal do cimento ou conhecida sua resistência média, apresentada durante um determinado período de tempo, é possível a utilização direta das curvas. No caso de ser desconhecida a resistência normal ou a resistência média do cimento, o método recomenda considerar a resistência mínima especificada pela norma, de acordo com a classe de cimento a ser usado. A prática de adotar esta resistência mínima somente é justificada para a produção de pequenos volumes de concreto que não justifiquem a execução de ensaios físicos do cimento ou a determinação das Curvas de Abrams. Estas curvas são apresentadas na Figura 5. O fluxograma do processo para obtenção do projeto de dosagem segundo o Método da ABCP está disposto na Figura 6.

Figura 5 – Curvas de Walz – Curvas de evolução de resistência do cimento



Fonte: Adaptado de Curti (2020)

Tabela 13 – Determinação aproximada do consumo de água (c_a)

Consumo de água aproximada (l/m^3)					
Abatimento (mm)	$D_{m\acute{a}x}$ agregado graúdo (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

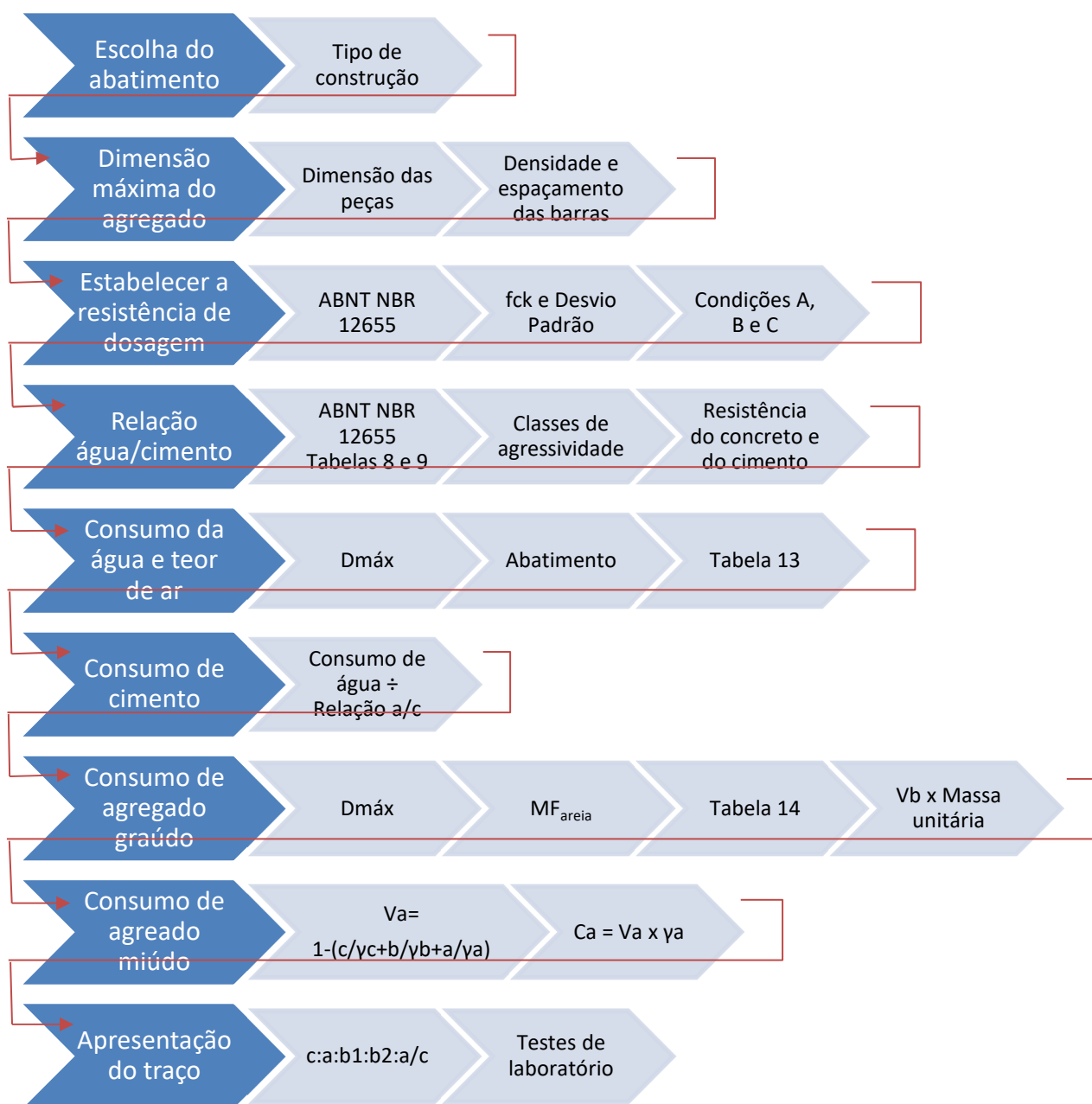
Fonte: Adaptado de Curti (2020)

Tabela 14 – Determinação da porcentagem de agregado graúdo (C_b)

Módulo de Finura do agregado miúdo	Dimensão máxima (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
	(%) de agregado graúdo (V_b)				
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte: Adaptado de Curti (2020)

Figura 6 – Fluxograma do método de dosagem da ABCP



Fonte: Arquivo do autor

Da mesma forma que nos outros métodos apresentados, não há nenhuma correlação direta ou indireta do compute do CO₂ incorporado no processo com vistas a sustentabilidade. É fato que o estudo destas correlações entre os métodos de dosagem de concreto e taxas de geração de CO₂ carecem de estudos mais aprofundados, análises de ciclo de vida de processos auxiliam na tomada de decisão, contudo deve-se estar sempre respaldada em critérios técnicos e econômicos para tornar a escolha mais eficaz.

No estudo da tecnologia de dosagem de concreto, diversas metodologias de análises referentes aos materiais utilizados são abordadas no tocante às propriedades do concreto

fresco e endurecido. Com vistas ao baixo consumo de cimento o qual é evidenciado, principalmente quando tratamos do fator econômico, e atualmente à pegada ambiental, algumas metodologias são utilizadas, como podemos destacar metodologias de empacotamento granular de partículas, que visam obter uma maior densidade da mistura a partir do menor índice de vazios entre os materiais. Essa técnica tem o intuito de diminuir o consumo de cimento da mistura. Para melhor compreensão, são abordados alguns métodos clássicos bastante utilizados nesta área.

2.5 Métodos de Empacotamento de partículas

O concreto é o segundo material mais consumido no mundo depois da água. Aproximadamente 70-80% do seu volume total é ocupado por agregados, que são extraídos da natureza (KNOERI; SANYÉ-MENGUAL; ALTHAUS, 2013; PRADHAN *et al.*, 2019; TURK *et al.*, 2015). Estes agregados tem bastante influência na mistura e praticamente, a maioria dos estudos que objetivam rebaixar o teor de cimento necessário ou a otimização das propriedades do concreto durante a fabricação são todos altamente valorizados pela natureza do empacotamento de partículas (ZUO *et al.*, 2018).

Desde que Feret em 1892 propôs que a escolha dos agregados influencia a resistência do concreto, muitos pesquisadores tentaram encontrar a curva de granulometria ideal (FENNIS, 2011). Feret é considerado um dos pioneiros na elaboração de uma fórmula para calcular a resistência do concreto com base no volume de agregados para a proporção de cimento e o índice de vazios (DE BRITO; POON; ZHAN, 2019). Desde então, alguns modelos de empacotamento têm sido propostos como ferramentas para calcular a densidade de empacotamento das partículas e, assim, otimizar misturas granulares de concretos (CASTRO; PANDOLFELLI, 2009). Dentre estes podemos destacar:

- Modelo de Füller e Thompson
- Modelo de Furnas
- Modelo de Andreasen e Andersen
- Modelo de De Larrad

2.5.1 Modelo de Füller e Thompson

De acordo com Grazia *et al.* (2019), Em 1907 Fuller-Thompson apresentaram um dos primeiros modelos de empacotamento de partículas contínuas, a Equação (2) chamada curva de Fuller-Thompson (1907), que é uma curva de potência que responde por duas variáveis: o fator de distribuição (q) e o maior tamanho de partícula (D).

$$CPFT (\%) = 100. \left(\frac{D}{D_{m\acute{a}x}} \right)^q$$

Equação 2

Onde:

$CPFT$ é a porcentagem volumétrica de partículas menores que o diâmetro D ;

D é o diâmetro da partícula;

$D_{m\acute{a}x}$ é o diâmetro da maior partícula do conjunto;

q é o coeficiente de distribuição.

De acordo com o modelo de empacotamento proposto por Fuller-Thompson, o limite idealizado desse conceito é que as partículas maiores apenas se tocam, enquanto há partículas de tamanho intermediário suficientes para ocupar os vazios entre as maiores sem mantê-las separadas, as partículas menores ocupam os vazios entre os tamanhos intermediários (TAYLOR, P. *et al.*, 2008). Essa teoria tem sido usada por muito tempo para otimização da distribuição do tamanho de partículas ao definir a taxa de substituição de agregados no concreto. Em muitos países europeus, a granulometria de agregado ideal bem graduada é otimizada para projetos de concreto, assim, este método ainda é usado, e muitos pesquisadores empregam esse conceito ao projetar misturas de concreto (SEVIM & DEMIR, 2019).

Segundo Lopes (2019), na literatura, os estudos teóricos e experimentais relacionados ao empacotamento de partículas resultaram de duas abordagens básicas: uma discreta, que considera as partículas individualmente (modelo de Furnas); e outra contínua, proposta pelo estudioso Andreasen.

2.5.2 Modelo de Furnas

Os modelos de empacotamento de partículas são baseados em equações matemáticas que prescrevem como partículas de tamanhos diferentes interagem geometricamente. Os modelos calculam a densidade de empacotamento teórica de uma mistura com base em sua distribuição de tamanho de partícula e a densidade de empacotamento dos grupos de partículas. As equações matemáticas básicas de quase todos os modelos de empacotamento de partículas são as mesmas e puramente baseadas na geometria das partículas. Eles são válidos para dois grupos de partículas sem interação entre elas. Ou as partículas grandes são dominantes e as partículas pequenas se encaixam em seus vazios ou as partículas pequenas são dominantes e as partículas grandes são incorporadas em uma matriz de pequenas partículas (FENNIS, 2011).

Furnas (1931), publicou um método (Equação 3) para calcular a densidade máxima de empacotamento de múltiplos grupos de partículas, bem como uma equação para descrever o efeito da interação entre duas classes de tamanho diferentes na densidade máxima de empacotamento

$$CPFT (\%) = 100. \left(\frac{D^{\log q} - D_{min}^{\log q}}{D_{m\acute{a}x}^{\log q} - D_{min}^{\log q}} \right)$$

Equação 3

Onde:

$CPFT$ é a porcentagem volumétrica de partículas menores que o diâmetro D ;
 D é o diâmetro da partícula;
 $D_{máx}$ é o diâmetro da maior partícula do conjunto;
 q é o coeficiente de distribuição.

2.5.3 Modelo de Andreasen e Andersen

Andreasen & Andersen (1930), seguiram os trabalhos anteriores de Fuller e Thompson para desenvolver seu próprio modelo de empacotamento de partículas. Depois de alguns testes experimentais e modelagens, os autores propuseram uma curva de empacotamento de partículas "ideal", onde foi assumido que a menor partícula seria infinitesimalmente pequena (GRAZIA *et al.*, 2019).

A equação encontrada por Andreasen e Andersen é a mesma do modelo de Fuller e Thompson (Equação 2). O parâmetro q tem um valor entre 0 e 1, Andreasen e Andersen descobriram que o empacotamento ótimo é obtido quando $q = 0,37$. A classificação de Fuller é obtida quando $q = 0,5$ (JALAL *et al.*, 2015).

Andreasen teve sua pesquisa criticada, sendo considerada desprovida de teoria porque necessitava de maior fundamentação matemática. A equação proposta por Andreasen não é empírica, mas é baseada na condição de similaridade. É interessante notar que a condição de similaridade torna suas distribuições dentro da categoria de "fractais" que são hoje considerados altamente matemáticos e altamente teóricos. (FUNK; DINGER, 1994)

2.5.4 Modelo de Funk e Dinger

O método proposto por Funk & Dinger (1994), descreve que a densidade de empacotamento dos sistemas granulares (Equação 4), está fortemente interligada com a distribuição do tamanho do grão das partículas. Portanto, escolhendo as frações das matérias-primas disponíveis de forma a se adequar idealmente a uma distribuição de tamanho de grão ideal (MÜLLER; HAIST; VOGEL, 2014).

$$CPFT (\%) = 100 \cdot \left(\frac{D^q - D_{min}^q}{D_{máx}^q - D_{min}^q} \right)$$

Equação 4

Onde:

$CPFT$ é a porcentagem volumétrica de partículas menores que o diâmetro D ;
 D é o diâmetro da partícula;
 $D_{máx}$ é o diâmetro da maior partícula do conjunto;
 q é o coeficiente de distribuição.

Mesmo que a Equação de Funk e Dinger forneça uma maneira muito simples de otimizar a densidade de empacotamento de uma mistura granular, este método é afetado

por uma deficiência importante, isto é, não permite o cálculo do valor real da densidade de empacotamento. Além disso, o resultado desse processo de otimização é fortemente influenciado pelo parâmetro de ajuste q , para o qual apenas dados empíricos estão disponíveis (MÜLLER; HAIST; VOGEL, 2014).

2.5.5 Modelo de De Larrard – Modelo de Empacotamento Compressível

Além de modelos que buscam produzir curvas granulométricas ideais, foram difundidos vários modelos analíticos, cujas equações permitem determinar a concentração de sólidos e, conseqüentemente, o índice de vazios dos conjuntos granulares. Esses modelos consideram desde combinações binárias a várias classes de tamanhos de partículas em um mesmo conjunto. Dentre os modelos analíticos, o modelo de De Larrard (1999) está dentre os mais conhecidos (LONDERO *et al.*, 2017).

Segundo Silva (2004), o Modelo de Empacotamento Compressivo ou simplesmente MEC pode ser entendido como sendo um modelo construído em dois módulos. No primeiro módulo é estabelecida uma álgebra que deduz as relações para o empacotamento virtual. Define-se empacotamento virtual como sendo aquele obtido quando se arranjam as partículas uma a uma correspondendo a um arranjo geométrico ideal. As propriedades e as equações assim estabelecidas dentro do quadro do empacotamento virtual seriam aquelas intrínsecas às formas geométricas das partículas. No segundo módulo, são estabelecidas as relações (principalmente físicas e experimentais) que ligam as propriedades virtuais (geométricas) às propriedades reais da mistura granular submetida a um procedimento de empacotamento.

O MEC, além dos efeitos de interação, como efeito de parede e efeito de afastamento, De Larrard também contabilizou o esforço de compactação associado ao processo de empacotamento da mistura de partículas. Então, De Larrard introduziu o índice de compactação K para calcular a densidade de empacotamento real (Equação 10) da densidade de empacotamento virtual (Equação 8), a partir da densidade de empacotamento virtual da classe (Equação 7) (PRADHAN; KUMAR; BARAI, 2017). Para tal, é preciso calcular os coeficientes do efeito de afastamento (Equação 5) e o coeficientes do efeito parede (Equação 6). A classe dominante do conjunto granular será o menor valor obtido da densidade de empacotamento virtual (Equação 9). Diz-se que a classe granular i é dominante se esta classe assegurar a continuidade sólida do corpo granular (SILVA, A. S. M. Da, 2004).

$$a_{ij} = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{d_j}{d_i}\right)^{1,02}}$$

Equação 5

$$b_{ij} = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{d_i}{d_j}\right)^{1,50}}$$

Equação 6

$$\beta_i = 1 - \frac{y_a - \rho_i}{y_a}$$

Equação 7

$$\gamma_i = \frac{\beta_i}{1 - \sum_{j=1}^{i-1} \left[1 - \beta_i + b_{ij} \cdot \beta_i \left(1 - \frac{1}{\beta_j} \right) \right] \cdot y_j - \sum_{j=i+1}^n \left[1 - a_{ij} \cdot \frac{\beta_i}{\beta_j} \right] \cdot y_j}$$

Equação 8

$$\gamma = \text{Min}(\gamma_i) (1 \leq i \leq n)$$

Equação 9

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{y_i / \beta_i}{1/\Phi - 1/y_i}$$

Equação 10

Onde:

i é a classe dominante;

j é a classe complementar;

n é o número de classes granulares da mistura;

a_{ij} é o coeficiente do efeito de afastamento;

b_{ij} é o coeficiente do efeito parede;

d_i é o diâmetro da partícula da classe dominante;

d_j é o diâmetro da partícula da classe complementar;

β é o densidade de empacotamento virtual da classe;

y_a é a massa específica;

ρ_i é a massa unitária;

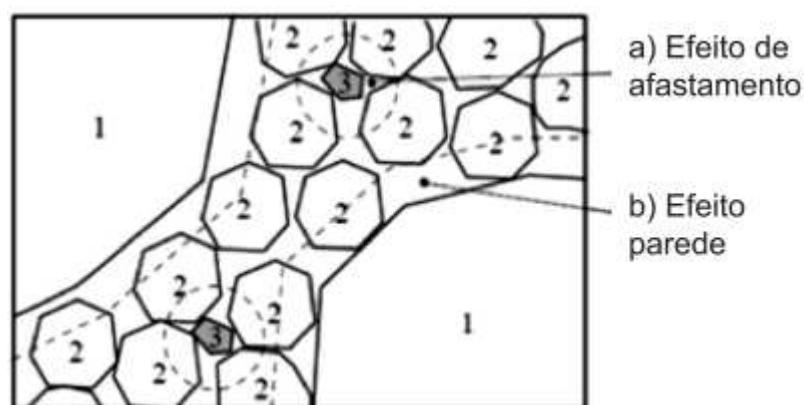
γ_i é a densidade de empacotamento virtual;

K é o índice de compactação;

Φ é a densidade de empacotamento real.

Na Figura 7 podemos observar a Interação entre partículas: a) efeito de afastamento nos grãos de classe 2 provocado pela classe 3 de grãos; e b) efeito parede, em que grãos da classe 2 são influenciados pela proximidade com grãos de classe 1.

Figura 7 – Perturbações exercidas na classe intermediária por grãos graúdos e miúdos em uma mistura ternária



Fonte: De Larrard (1999)

De Larrard (1999) obteve experimentalmente diferentes valores do índice de compactação para diversos tipos de energia de compactação, como pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15 – Resumo dos valores K (índice de compactação) para diferentes processos de empacotamento

Lançamento simples	Empacotamento seco			Empacotamento molhado	Empacotamento virtual
	Apiloamento	Vibração	Vibração e compressão de 10 kPa	Demanda de água	
4,10	4,50	4,75	9,00	6,70	∞

Fonte: De Larrard (1999)

Como foi abordado, os métodos de empacotamento de partículas, visam uma maior compacidade da mistura, é fato que granulometrias ideais são difíceis de obter-se naturalmente, quando tratamos de processo industriais até pode ser alcançado, através de misturas de diversos agregados distintos. Esse aumento da compacidade, obtido pelo empacotamento granular, pode ser umas das chaves de processos sustentáveis da dosagem de concretos. Para entender como a utilização destes métodos de empacotamento podem auxiliar no estudo da tecnologia de dosagem, devemos compreender a sistemática do desenvolvimento sustentável.

2.6 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Nas últimas décadas, o desenvolvimento sustentável vem se tornando cada vez mais a pauta de diversas discussões, as preocupações com o meio ambiente tornam-se recorrentes à medida que cresce a conscientização a respeito do esgotamento das fontes de

energia. Com a crise do petróleo na década de 70, começou-se a buscar fontes de energia renováveis, bem como, modos de produção que minimizassem os danos causados ao meio ambiente.

As indústrias iniciaram um processo de reestruturação dos modos de produção, com a indústria da construção civil não foi diferente. Hoje, cresce a busca por materiais renováveis e com baixo impacto ambiental.

Segundo as Nações Unidas, o conceito de desenvolvimento sustentável é: “O desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro,” (WWF-BRASIL, 2003).

2.6.1 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Na assembleia Geral das Nações Unidas ocorrida em 25 de setembro de 2015, foi formatado um amplo acordo intergovernamental, liderado pela ONU e que envolveu seus 193 Estados Membros e a sociedade civil global, deste acordo surgiu a Resolução A/REC/70/1 (ONU, 2015), na qual em seu Parágrafo 54 contém os objetivos e metas para o Desenvolvimento Sustentável, conforme podemos observar na Figura 8.

Figura 8 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: ONU-Brasil (2020)

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil, (ONU-BRASIL, 2020).

Dentre estes 17 objetivos há o objetivo 13 específico para ações relacionadas às mudanças climáticas (ONU, 2015).

Objetivo 13 - tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos

13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países;

13.2 Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais;

13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima;

13.a Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível;

13.b Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

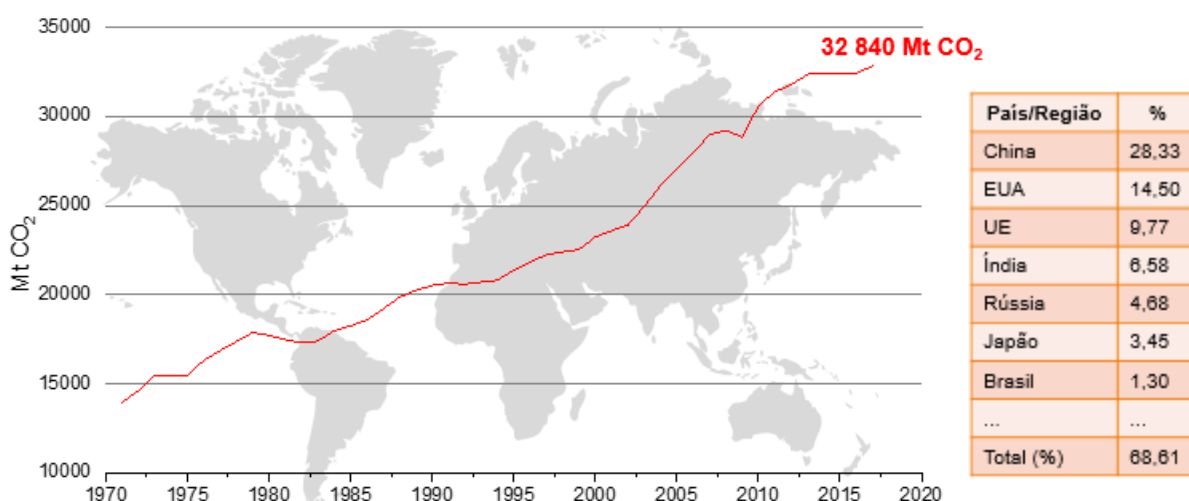
O Brasil também é um signatário deste acordo relativo aos objetivos do desenvolvimento sustentável, de acordo com o IPEA (2019) o Brasil deve cumprir meta voluntária de redução das emissões de CO₂ em 2020, O diagnóstico leva em consideração a série temporal de estudos sobre as emissões de CO₂ no país, o gás que é o principal responsável pelo aquecimento global e pelas mudanças climáticas. De acordo com os dados analisados, em 2005 o Brasil emitiu 2.133 milhões de tonCO₂eq. Já em 2015, o volume caiu para 1.368 milhões, o que corresponde a uma redução de 35,9%. No entanto, os pesquisadores advertem para a importância da manutenção das políticas públicas efetivas que permitiram essa mitigação. A meta estabelecida para 2030 no âmbito do Acordo de Paris é atingir o nível de 1.208 milhões de tonCO₂eq.

2.6.2 Geração de CO₂ – Mundo

Embora a escassez de recursos e as emissões de poluentes sejam reconhecidas como importantes questões ambientais enfrentadas pela indústria de cimento e concreto, o impacto ambiental mais comumente discutido é o alto nível de emissões de gases do efeito estufa. O cimento é responsável por 36% de todas as emissões relacionadas às atividades de construção e 8% do total das emissões antropogênicas de CO₂, totalizando ~ 300 kg de CO₂ produzido per capita. Pelo menos 70% das emissões de gases do efeito estufa são associadas à produção de concreto estão relacionadas à produção de cimento (HABERT *et al.*, 2020).

Segundo dados da International Energy Agency – IEA (2018), as emissões de gás carbônico crescem vertiginosamente, atrelado ao aumento da produção do cimento, embora os valores tenham decrescido em certos períodos, a tendência das emissões é aumentar devido ao crescimento da indústria do cimento, é apresentado na Figura 9 os dados da geração de CO₂ mundial entre 1971 e 2017. Embora a China seja um dos principais produtores de cimento do mundo, a mesma também é a maior emissora de gás carbônico, representando mais que o dobro dos outros nove maiores produtores. O Brasil é considerado o sétimo maior emissor de gás carbônico, estes sete primeiros representam cerca de 68,61 % de todo o CO₂ gerado no mundo.

Figura 9 – Emissões totais de CO₂, Mundo 1971-2017.



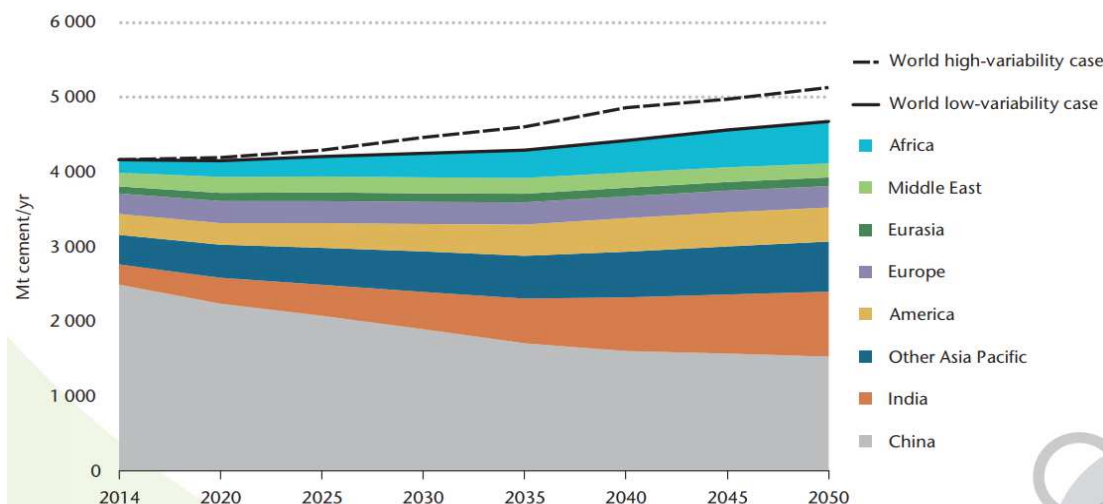
Fonte: (IEA, 2018).

2.6.3 Indústria do Cimento x Geração de CO₂

As altas emissões de CO₂ estão ligadas à tecnologia de produção de cimento, devido a descarbonização do carbonato de cálcio. As fontes elementares de emissões de CO₂ da indústria do cimento são: calcinação de matérias-primas e combustão de combustíveis.

A indústria do cimento é o 3º maior consumidor de energia industrial, compreendendo 7% do uso de energia industrial global 10.7 EJ. Com a 2ª maior participação da emissão direta de CO₂ industrial, com 27% do total cerca de 2,2 GtCO₂ / ano em 2014. Além disto, a produção global de cimento deve crescer 12-23% até 2050 a partir do nível atual. Espera-se que as emissões da indústria de cimento aumentem 4% globalmente até 2050, apesar de um aumento de 12% na produção (IEA, 2018), conforme Figura 10.

Figura 10 – Emissões totais de CO₂ da Indústria do cimento, Mundo 2014-2050.



Fonte: IEA (2018).

Nesse contexto, entende-se que a atenuação dos impactos ambientais e o incremento da eficiência energética sejam dois objetivos de primeira ordem no desenvolvimento tecnológico do setor, bem como a adoção de tecnologias que reduzam o consumo do cimento, e porventura a emissão de CO₂.

Nessa temática, Habert *et al.*, (2020) apresenta um estudo que detalha os vários impactos ambientais associados à produção de cimento e concreto, incluindo as significativas emissões de dióxido de carbono, consumo intensivo de energia, e exploração de recursos naturais. O mesmo examina como essas atividades contribuem para o aquecimento global, poluição do ar e degradação da terra, e ainda explorara diferentes estratégias para reduzir a pegada de carbono da indústria do cimento e concreto, dentre estas: Melhoria da eficiência energética, Utilização de combustíveis alternativos, Desenvolvimento e implementação de tecnologias de captura e armazenamento de carbono e a Formulação de concretos com baixo teor de cimento. O trabalho proporciona uma visão global dos desafios e recomendações para a indústria mundial de cimento e concreto, sugerindo que uma abordagem multifacetada e colaborativa é necessária para alcançar reduções significativas nas emissões de carbono.

Corroborando a este estudo, Miller *et al.* (2018) fizeram uma análise abrangente focada em identificar e quantificar o potencial de redução das emissões de dióxido de carbono na indústria global de cimento até o ano de 2050, projetando essas emissões com base em diferentes cenários de produção e adoção tecnológica. A metodologia inclui a avaliação de tendências históricas, tecnologias existentes, e políticas climáticas globais. Interessante destacar que uma parte importante do estudo foi a avaliação do impacto econômico das diferentes estratégias de redução de CO₂, considerando tanto os custos de implementação das novas tecnologias quanto as economias potenciais através da redução do uso de energia e da mitigação de taxas de carbono.

Por sua vez Reis *et al.* (2021) analisaram de forma detalhada as possibilidades de redução e captura de dióxido de carbono no contexto da industrialização e uso eficiente de cimento no Brasil até o ano de 2050. O estudo forneceu projeções detalhadas sobre as

emissões de CO₂ da indústria de cimento no Brasil, considerando diversos cenários de crescimento industrial e adoção de tecnologias mais eficientes. Utilizou dados históricos e modelos econômicos para prever as tendências futuras das emissões, além de analisar uma variedade de estratégias que poderiam ser implementadas para reduzir as emissões de CO₂ no setor de cimento. Desta forma conseguiu demonstrar que inovações tecnológicas e mudanças nas práticas de produção podem significativamente reduzir as emissões de CO₂, oferecendo um caminho viável para a indústria de cimento contribuir para os objetivos climáticos nacionais e globais.

Ou seja, a temática da redução de CO₂ pela indústria do cimento tem diversos caminhos a serem seguidos e práticas a serem implementadas, de modo a dar uma maior eficiência no processo produtivo, mas de forma mais sustentável.

2.6.4 Estratégias Desenvolvimento sustentável para Indústria da Construção

Há algumas estratégias definidas pela IEA (2018), a serem adotadas visando o desenvolvimento sustentável para a indústria da construção, dentre estas podemos destacar:

- Adoção de uma abordagem de ciclo de vida completo;
- Trabalhando colaborativamente ao longo de toda cadeia de valor, além da fabricação do cimento;
- Otimizando o uso de concreto na construção;
- Redução de resíduos, incentivando a reutilização e reciclagem, maximizando a vida útil do projeto;
- Usando as propriedades do concreto para minimizar a energia operacional do ambiente construído.

A eficiência ecológica do uso de cimento em projetos de construção é um estudo particularmente relevante no contexto da sustentabilidade na indústria da construção civil, onde o cimento é um dos materiais mais utilizados e também um dos maiores contribuintes para as emissões de CO₂. Damineli *et al.* (2010) focaram em uma avaliação detalhada e sistemática sobre a eficiência ecológica apresentando estudos de caso que exemplificam como diferentes abordagens resultaram em melhorias na eco-eficiência em projetos reais de construção. Esses estudos de caso ajudam a ilustrar os conceitos teóricos em contextos práticos, fornecendo um quadro detalhado para a medição da eco-eficiência, algo crucial para profissionais da construção civil, formuladores de políticas e pesquisadores interessados em sustentabilidade.

Dentro do estudo do desenvolvimento sustentável, existem técnicas de abordagem que buscam entender a metodologia do processo de produção e, como estes influenciam no meio ambiente. Podemos destacar a Avaliação do Ciclo de Vida ou simplesmente ACV, o qual é uma ferramenta que busca avaliar o impacto ambiental do produto, processo ou serviço.

2.6.5 Avaliação do Ciclo de Vida – ACV

A crescente conscientização quanto à importância da proteção ambiental e os possíveis impactos associados aos produtos, tanto na sua fabricação quanto no consumo, têm aumentado o interesse no desenvolvimento de métodos para melhor compreender e lidar com aqueles impactos. Uma das técnicas em desenvolvimento com esse objetivo é a avaliação do ciclo de vida – ACV. Esta por sua vez enfoca os aspectos ambientais e os impactos ambientais potenciais, por exemplo, uso de recursos e as consequências de liberações para o meio ambiente, ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, desde a aquisição das matérias-primas, produção, uso, tratamento pós-uso, reciclagem até a disposição final, isto é, do berço ao túmulo, (ABNT - ISO - 14.040, 2014).

Segundo Scachetti (2016), a ACV surgiu no final da década de 60, porém, sua popularização ocorreu a partir da década de 90, principalmente nos países da Europa e nos Estados Unidos, onde grandes empresas começaram a aplicar a técnica nos seus produtos e o conceito de ciclo de vida passou a ser incorporado às legislações nacionais.

A ACV evoluiu para um conceito mais amplo que integra todos os impactos ambientais, representando uma das principais ferramentas utilizadas na prevenção da poluição (VIEIRA; CALMON; COELHO, 2016).

Existem diversos métodos e ferramentas para avaliação ambiental, alguns especificamente desenvolvidos como ferramentas de seleção, outros que podem funcionar como tal, mesmo sem terem sido originalmente criados com esse objetivo. A ampliação do leque de preocupações ambientais levou à consideração de emissões de resíduos e de uso e depleção de recursos naturais, que deveriam ser incorporados em uma estrutura de avaliação mais abrangente. Neste contexto, a ACV emergiu como um método reconhecido e que foi a base para a criação de diversas ferramentas de avaliação. Ao mesmo tempo, a complexidade dos produtos da construção civil, incluindo os materiais, sistemas, subsistemas e as inúmeras possibilidades de combinação desses elementos para a constituição de uma edificação, criou produtos mais complexos do que os bens de consumo que vinham sendo avaliados pela ACV (JOHN, V. M.; OLIVEIRA; AGOPYAN, 2006).

Para reduzir os impactos ambientais em busca da construção sustentável, é necessário o estabelecimento de medidas de desempenho das edificações. O método de medição de desempenho mais comercialmente conhecido e aceito é o sistema de certificação ambiental de edifícios. Atualmente, quase todos os países desenvolvidos ou em desenvolvimento possuem um sistema de avaliação de edifícios (SAADE, 2017).

Neste contexto, observam-se importantes iniciativas nacionais (governamentais e privadas) relacionadas à ACV, as quais têm atuado em parceria na maioria das vezes. Exemplos dessas iniciativas são: o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida, criado em 2010 no âmbito do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), a Rede Empresarial de Avaliação do Ciclo de Vida, inaugurada no ano de 2013, além de grupos de pesquisas em universidades, com expressiva participação na temática (SCACHETTI, 2016).

É imprescindível fazer um diagnóstico detalhado das condições de extração, produção, distribuição, uso e disposição final da matéria-prima que existem em um processo produtivo e auxiliar na elaboração de estratégias que permitam a minimização de custos e a otimização dos fluxos de materiais e energia no sistema analisado. Nesse contexto, a avaliação do ciclo de vida surge como uma metodologia capaz de fornecer ferramentas de apoio em projetos para avaliar o impacto ambiental de produtos e processos durante todo o seu ciclo de vida, apresentando resultados claros com uma base científica (VIEIRA; CALMON; COELHO, 2016).

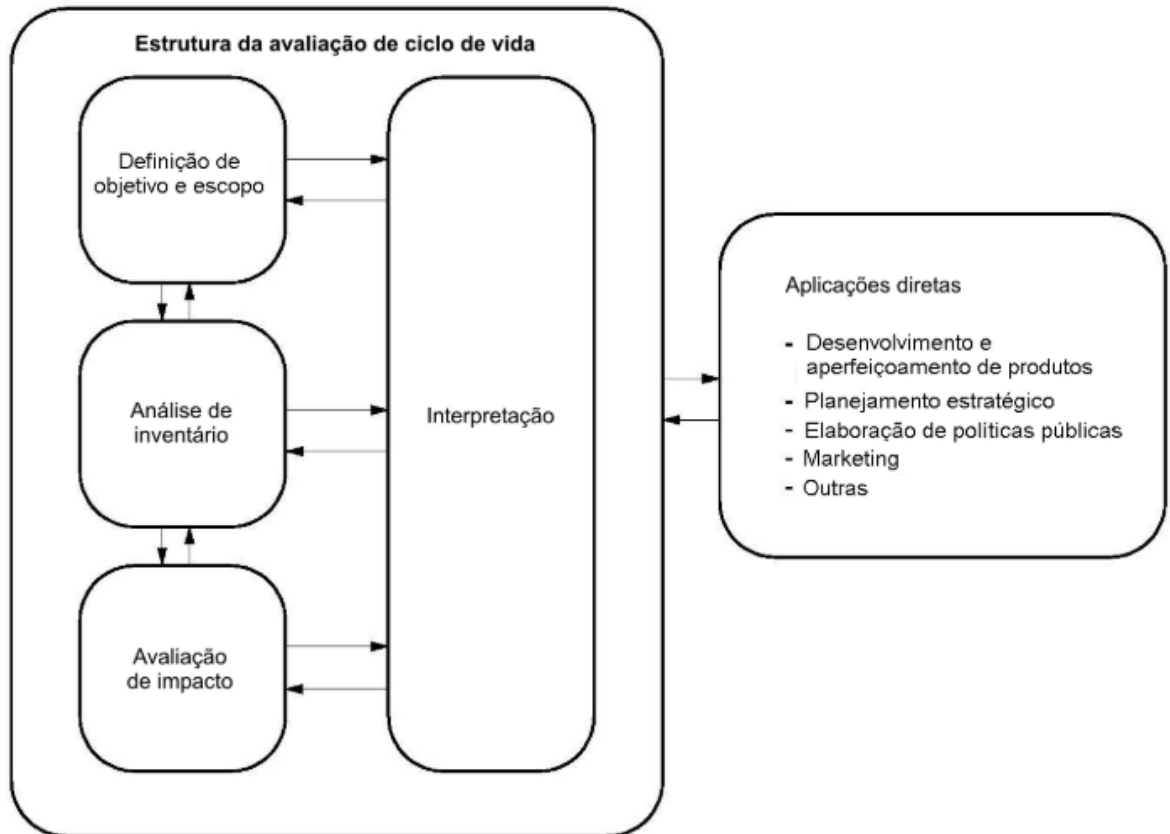
Há de se entender também que a avaliação do ciclo de vida também é influenciada por fatores locais, principalmente quando tratamos de processos industriais, isto também acontece com a indústria do concreto usinado com relação aos impactos ambientais, Silva *et al.* (2019) conduziram um estudo que focou na análise da variabilidade do impacto ambiental do concreto usinado no contexto específico do Brasil, e perceberam como diferentes práticas e materiais podem variar significativamente em termos de impacto ambiental. Por sua vez Oliveira, Pacca & John (2016) abordaram uma análise detalhada das emissões de dióxido de carbono e da demanda cumulativa de energia associadas ao ciclo de vida de blocos de concreto no mercado brasileiro. Este estudo é essencial dentro da disciplina de sustentabilidade na construção civil, enfocando especificamente as variações e os impactos ambientais do produto em um contexto nacional. Uma das principais contribuições do trabalho foi identificar a variabilidade nas emissões de CO₂ entre diferentes fabricantes de blocos de concreto no Brasil. Ao detalhar as variações nas emissões de CO₂ e no consumo de energia no ciclo de vida dos blocos de concreto, os autores fornecem uma base científica para entender melhor os impactos ambientais associados a esses produtos comuns de construção.

A aplicação da ACV permite o cálculo do impacto da cadeia produtiva ao meio ambiente e o expressa através de distintas métricas (categorias de impacto), como, por exemplo, os impactos a recursos energéticos não renováveis (em MJ) e mudanças climáticas (carbono footprint ou pegada de carbono, em kg CO₂eq).

Segundo a ABNT - ISO - 14.040 (2014), um estudo de ACV deve ser composto por quatro fases (Figura 11): Definição de objetivo e escopo; Análise de inventário; Avaliação de impactos; Interpretação.

De acordo com Bueno & Rossignolo (2016), o escopo de uma ACV, incluindo a fronteira do sistema e o nível de detalhamento, depende do objeto e do uso pretendido para o estudo. A profundidade e a abrangência da ACV podem variar consideravelmente dependendo do objetivo do estudo em particular. A fase de análise de inventário do ciclo de vida (ICV) é a segunda fase de uma ACV. Trata-se de um inventário dos dados de entrada/saída associados ao sistema em estudo. Essa fase envolve a coleta dos dados necessários para o alcance dos objetivos do estudo em questão. A fase de avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV) é a terceira fase da ACV e tem por objetivo prover informações adicionais para ajudar na avaliação dos resultados do ICV de um sistema de produto, visando ao melhor entendimento de sua significância ambiental. A interpretação do ciclo de vida é a fase final do estudo de ACV, na qual os resultados de um ICV ou de uma AICV, ou de ambos, são sumarizados e discutidos como base para conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição de objetivo e escopo.

Figura 11 – Fases de uma ACV



Fonte: ABNT - ISO - 14.040 (2014)

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é o método mais aceito para medir o desempenho ambiental na construção. Suas vantagens incluem a capacidade de cobrir todo o ciclo de vida do produto e expressar o desempenho ambiental em indicadores quantitativos, abrangendo múltiplas categorias de impacto ambiental. Para isso, elabora-se o inventário do ciclo de vida (ICV) do produto, que é a quantificação dos fluxos de massa e energia em cada etapa do seu ciclo de vida, os quais são combinados e convertidos em diversos indicadores de impacto ambiental, tais como: potencial de aquecimento global, acidificação, eutrofização, entre outros (SILVA, Fernanda Belizario *et al.*, 2020).

Dentro do processo de Avaliação do Ciclo de Vida, os processos de transformação são destrinchados, de modo a entender toda ou parte da cadeia produtiva. É fato que o consumo energético tem grande influência na pegada de carbono, quando tratamos de dosagem de concreto, podemos mensurar a energia gasta desde a aquisição das matérias-primas, produção, uso, tratamento pós-uso, reciclagem até a disposição final (isto é, do berço ao túmulo).

Dentro desta temática, John *et al.* (2020) desenvolveram e propuseram um método prático para a avaliação do desempenho ambiental relacionado ao ciclo de vida completo de projetos de construção. Este estudo é especialmente relevante no contexto da engenharia civil e da sustentabilidade na construção, onde há uma necessidade crescente de adotar práticas mais sustentáveis e responsáveis. O estudo utiliza a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida para examinar os impactos ambientais associados a diferentes fases da

construção, desde a extração de matérias-primas até a demolição e reciclagem final dos materiais. Sendo assim, contribui para a maior conscientização sobre os impactos ambientais da construção e incentiva o uso de materiais, técnicas e práticas mais sustentáveis.

2.6.6 Energia de cominuição

O índice de trabalho (WI) corresponde, numericamente, à energia total, expressa em kWh por tonelada curta (907 kg), necessária para reduzir o minério, desde um tamanho teoricamente infinito até 80% passante em 106 µm (Figueira et al., 2004). O WI corresponde à resistência do minério à moagem e, com esse parâmetro, torna-se possível calcular a energia (kWh/t) necessária para moer o minério a uma determinada granulometria, além de ser um parâmetro importante para o dimensionamento de moinhos de bolas (Herbst et al., 2003).

Bond estabeleceu uma lei que a energia necessária para fragmentar uma massa unitária de um minério homogêneo é inversamente proporcional à raiz quadrada do diâmetro das partículas (Barrat e Sherman, 2002). A Equação 11 é a expressão matemática da lei de Bond:

$$W = 10.WI.\left(\frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{F}}\right)$$

Equação 11

Onde:

W é a energia em kWh para moer uma tonelada curta do minério;

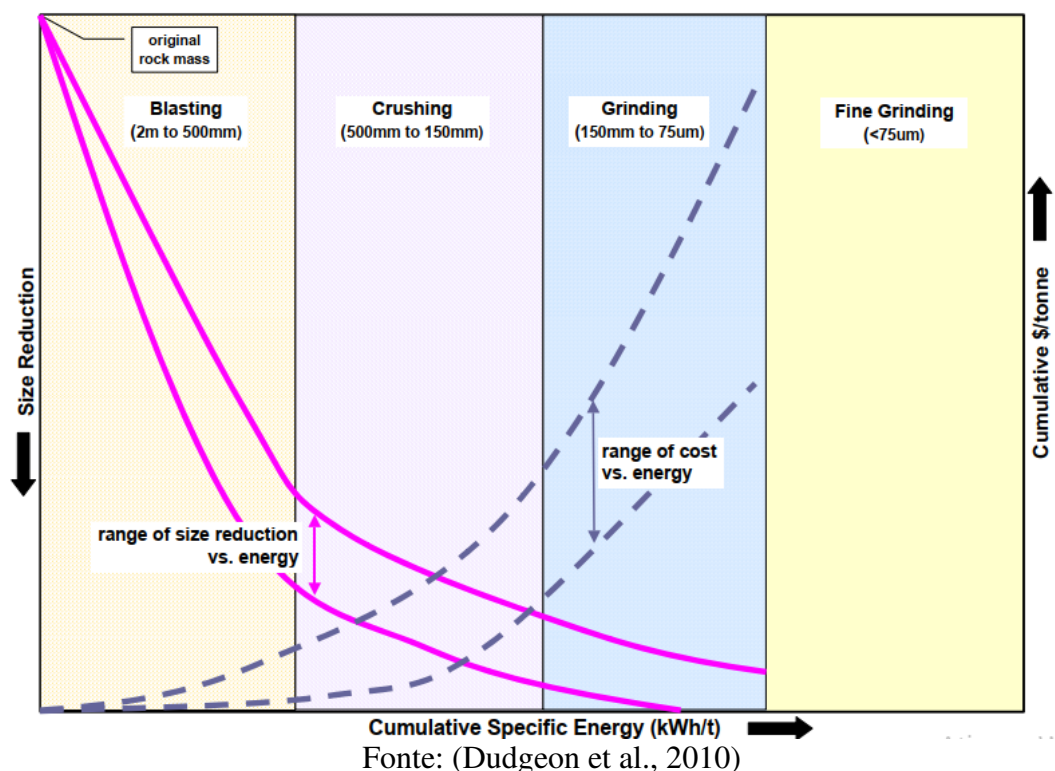
WI é o índice de trabalho;

P é a abertura da peneira, em micrômetros (µm), através da qual passam 80% da massa do produto;

F é a abertura da peneira, em micrômetros (µm), através da qual passam 80% da massa da alimentação.

Quanto menor é a partícula requerida maior será a energia dispendida para gerar uma granulometria com o tamanho requerido, e maior será o custo do processo, tal entendimento pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Esquema do tamanho do estágio de cominuição e custo versus consumo de energia



De modo que, quanto maior for a energia dispendida no processo de cominuição de rochas, maior será o eCO₂ incorporado ao processo, isto quer dizer que a britagem das partículas com tamanho reduzido influencia no gasto energético total e na pegada de carbono.

A moagem de cimento é uma etapa crítica no processo de produção de cimento, pois envolve a redução do clínquer a um pó fino. A quantidade de energia consumida durante essa etapa pode variar, mas geralmente representa uma parte significativa do consumo total de energia na produção de cimento.

O consumo de energia na moagem de cimento depende de vários fatores, incluindo o tipo de moinho utilizado, a eficiência do processo, a finura desejada do produto final e outros fatores operacionais, que irão variar de acordo com cada tecnologia empregada. Em geral, a moagem de cimento pode contribuir com cerca de 20% a 40% do consumo total de energia na produção de cimento.

Segundo dados da SNIC (2020), no Roadmap Tecnológico do cimento, o consumo elétrico específico referente à moagem de cimento no Brasil em 2014 representava cerca de 44 % em kWh/t de cimento. Dados estes de números coletados e consolidados a partir de cerca de 75% da produção nacional e extrapolados para a totalidade da mesma. Vale salientar que em 2014 a produção nacional de cimento foi de 71 Milhões de toneladas, enquanto que para o ano de 2020 foi de 62 Milhões de toneladas. Quando analisamos a emissão específica, temos para o ano 2014, dados da ordem de 564 kg CO₂/t cimento e para o ano de 2020 cerca de 552kg CO₂/t cimento, ou seja, uma redução de 2,13 %.

Vale ressaltar que a indústria cimenteira tem buscado constantemente melhorias na eficiência energética para reduzir o impacto ambiental e os custos de produção. Diversas tecnologias e práticas têm sido adotadas para otimizar o processo de moagem e minimizar o consumo de energia associado a essa etapa específica, incluindo:

- Melhoria da eficiência do moinho: usando moinhos verticais de rolos e melhorando o design interno dos moinhos existentes.
- Otimização do processo de moagem: ajustando a operação do moinho para operar em condições ótimas de eficiência energética.
- Uso de aditivos de moagem: que podem ajudar a reduzir a energia necessária para moer o clínquer.

A sustentabilidade tem sido uma preocupação crescente na indústria de cimento, com um foco particular na redução do consumo de energia e das emissões de carbono associadas. Portanto, a otimização da moagem de cimento não só reduz custos como também contribui para uma produção mais ecológica.

2.6.7 Influência do Tamanho do Agregado na Pegada de Carbono

- Consumo de Cimento

Agregados maiores geralmente reduzem a necessidade de cimento. Como a produção de cimento é uma grande fonte de emissões de CO₂, usar menos cimento pode significativamente diminuir a pegada de carbono de uma mistura de concreto. Esse efeito ocorre porque partículas maiores necessitam de menos pasta de cimento para cobri-las e preencher os vazios entre elas.

- Densidade e Porosidade

Agregados com tamanhos maiores podem alterar a densidade e a porosidade do concreto. Concretos menos porosos e mais densos geralmente têm melhor desempenho em termos de durabilidade e resistência, potencialmente levando a uma vida útil mais longa do concreto e a menos reparos e reconstruções ao longo do tempo, o que é benéfico do ponto de vista das emissões de carbono.

- Energia no Processo de Fabricação

A energia necessária para produzir agregados de diferentes tamanhos pode variar. Embora o impacto seja menor em comparação com o cimento, ainda assim existe. Em geral, a produção de agregados maiores pode ser menos intensiva em energia, pois eles são menos processados do que os menores.

- Transporte

O transporte de agregados também contribui para a pegada de carbono. Agregados maiores são geralmente mais pesados por unidade de volume, o que pode aumentar as emissões de transporte se eles forem transportados por longas distâncias.

- Manipulação e Aplicação no Local

Agregados maiores podem ser mais difíceis de manipular e requerer equipamentos mais robustos no local de construção, o que também pode influenciar a quantidade de energia utilizada e as emissões de carbono associadas.

- Estudos e Recomendações

Uma abordagem balanceada, considerando o tipo de projeto e as condições específicas de uso do concreto, é essencial para otimizar o tamanho dos agregados em função da redução da pegada de carbono. Por exemplo, a escolha do tamanho do agregado deve ser feita considerando-se a estrutura específica a ser construída e as cargas que ela suportará, além dos requisitos de durabilidade e as condições ambientais locais.

A implementação de normas e práticas que priorizam o uso eficiente de recursos e a minimização da pegada de carbono em todas as etapas da produção de concreto pode ajudar na redução significativa das emissões globais associadas à construção civil.

Algumas pesquisas já retratam sobre o tema do tamanho do agregado e sua relação com a pegada de carbono na produção de concreto. Eles oferecem uma visão ampla das estratégias atuais e futuras para mitigar os impactos ambientais na indústria da construção civil.

Bampanis & Vasilatos (2023), analisaram o uso de agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em comparação com agregados naturais, focando nas implicações para a pegada de carbono. Os autores encontraram que os agregados reciclados podem reduzir significativamente a pegada de carbono do concreto. Collivignarelli *et al.*, (2020), revisaram o desempenho físico, mecânico e ambiental do concreto que incorpora resíduos de várias indústrias como substitutos para agregados finos ou grossos. Obtiveram resultados promissores uma vez que apresentou com efeitos positivos sobre a trabalhabilidade. Enquanto que Rudnicki (2022), examinou como diferentes tipos de agregados afetam a pegada de carbono do concreto usado para pavimentação, demonstrando que a escolha do agregado pode reduzir significativamente as emissões de carbono. Por sua vez Jiménez, Domínguez & Vega-Azamar (2018), fizeram uma análise detalhada das emissões de CO₂ associadas ao uso de agregados reciclados em concreto, incluindo a comparação com agregados naturais e as economias potenciais de emissões. Siegel (2020), discutiu várias estratégias e tecnologias emergentes destinadas a reduzir a pegada de carbono do concreto, incluindo o uso de diferentes tipos de agregados e técnicas de fabricação.

O tamanho do agregado gráudo também tem grande influência no empacotamento de partículas na produção de concretos e é um tópico amplamente estudado na engenharia

de materiais. Kumar & Santhanam (2003), exploraram as teorias de empacotamento de partículas e como elas podem ser aplicadas na proporção de misturas de concreto. O estudo detalha diferentes modelos de empacotamento e como eles influenciam as propriedades físicas e mecânicas do concreto. Enquanto que Yurdakul (2010), focou em otimizar as misturas de concreto usando o mínimo conteúdo de cimento possível, analisando o papel do empacotamento de agregados na economia de cimento e na sustentabilidade do concreto. Mehta & Monteiro (2022) por sua vez exploraram como diferentes tamanhos e tipos de agregados afetam as propriedades mecânicas do concreto e sua pegada de carbono, enfatizando a necessidade de fontes sustentáveis de agregados. Marinković, Radonjanin & Malešev (2010), quantificaram os impactos ambientais do uso de diferentes tamanhos de agregados, focando especialmente nas emissões de CO₂ e no consumo de energia. De Larrard & Belloc (2018), discutem o contexto teórico do empacotamento de partículas e suas aplicações práticas, visando reduzir o uso de cimento e, conseqüentemente, diminuir a pegada de carbono. Zhang & Napier-Munn (2019), avaliaram como o tamanho do agregado impacta a resistência e a durabilidade do concreto, além de sua pegada ambiental em termos de emissões de gases de efeito estufa. Damineli *et al.* (2017), contribuiu investigando como o empacotamento e dispersão de partículas influenciam a quantidade de cimento necessária na produção de concretos, de modo que um empacotamento eficiente de partículas pode reduzir a necessidade de cimento, o que não só economiza custos como também diminui a pegada de carbono associada à produção de concreto.

3 METODOLOGIA

Este trabalho, analisou diversas metodologias aplicadas nos processos de mistura de concreto, desde processos clássicos até processos refinados e atualizados, como também abordagens em processos de empacotamento de partículas.

Para um melhor entendimento do processo, foram adotadas 02 etapas, uma relativa à calibração de uma metodologia de análise e outra relativa à validação.

Na etapa de calibração, foram analisados processos clássicos de dosagem de concretos e escolhido um dos quais fossem mais utilizados no mundo, desta forma foi adotado como parâmetro o modelo de dosagem proposto pelo *American Concrete Institute – ACI 211 - Standard Practice for Selecting Proportions for Normal , Heavyweight , and Mass Concrete*. Esta etapa foi de suma importância para verificar eventuais desvios e definir as condições de contorno.

Definido o modelo, foram escolhidos os parâmetros de entrada, foram atribuídas resistências de dosagem variando entre 15 e 40 MPa, nestes foram atribuídos os referidos desvios padrões para obtenção das resistências médias à compressão requeridas, sendo obtidas 26 classes de resistência. O abatimento foi determinado como sendo de 100 mm, a dimensão máxima dos agregados graúdos foram de diâmetro 9,5 , 12,5, 19,0 e 25,0 mm, para determinação do consumo de água foram tomados como sendo concretos sem ar incorporado, com os valores de resistência à compressão aos 28 dias, foram obtidas as relações água cimento em massa, para obtenção dos volumes de agregados graúdos por unidade de volume de concreto, foram tomados módulos de finura dos agregados miúdos variando de 2,40, 2,60, 2,80 e 3,00, para determinar o consumo de agregados graúdos foram adotadas massas unitárias variando de acordo com o tamanho das partículas, desta forma foram analisados 05 tipos de processos de empacotamento de partículas, como dados iniciais foram tomadas as curvas granulométricas presentes na ABNT NBR - 7.211 (2009), posteriormente foram analisados os processos de Fuller & Thompson (1907), Andreasen & Andersen (1930), Furnas e Funk & Dinger (1994), e assim foi adotada a massa unitária como sendo a média destes métodos, sendo que a massa específica destes agregados foi adotada como sendo de 2.600 kg/m³ (MEHTA & MONTEIRO, 2008), usando o método dos pesos, atribuindo a massa específica do concreto no estado fresco, foram obtidas as massas de agregados miúdos para cada mistura. Assim foram modelados 416 projetos de mistura de dosagem de concretos.

Definidos os projetos de dosagem de acordo com o método do ACI, estes foram analisados de forma individual em relação à pegada de carbono, para verificar a influência de cada parâmetro.

O método do ACI apesar de ser de fácil operacionalização, utiliza-se apenas de um tipo de agregado graúdo, contudo pesquisas apontam que a utilização de 02 tipos de agregados graúdos possa vir a gerar um pacote granular com maior empacotamento, gerando uma maior compacidade da mistura e consequentemente um menor consumo de cimento. Deste modo, foi adotado o Método de Empacotamento Compressível definido por De Larrard (1999), apesar de ter ótimos resultados, este método necessita de uma caracterização extensa dos materiais constituintes e das características do concreto em seu

estado fluido, no que diz respeito a reologia do mesmo, assim foi utilizado o método de Empacotamento de partículas apenas no que diz respeito aos agregados.

Visando um aperfeiçoamento da metodologia adotada, foi operacionalizada uma etapa de validação, assim foram analisadas 180 misturas de concreto com dosagens obtidas de trabalhos da literatura, estes trabalhos foram compilados e tratados da mesma forma que no processo de calibração, entretanto, como se tratava de dados de materiais distintos estes tiveram que ser normalizados.

Posteriormente, foram analisadas mais 20 misturas obtidas com uma empresa brasileira de abrangência nacional, estes dados foram disponibilizados de forma gratuita, todos os projetos de mistura de dosagem de concretos analisados, seriam para utilização em usinas de concreto. Também foram gerados mais 04 projetos de dosagem os quais foram moldados e analisados quanto as variáveis estudadas.

Obtidos os dados de dosagem das misturas de concreto, foi adotada um proposta de metodologia de avaliação de misturas de concreto que analisasse de forma integradora múltiplos parâmetros, sendo estes técnicos, econômicos e ambientais, com foco em minimizar a pegada de carbono.

Para tal, foram definidas 04 variáveis: Mecânica, Durabilidade, Ambiental e Econômica para implementação desta proposta de metodologia. Diante de todos os dados foram aplicadas duas técnicas de análise multivariadas para formulação do modelo, a Análise das Componentes Principais, para verificar quais variáveis teriam maior influência nos projetos de dosagem de concreto, e posteriormente uma regressão linear múltipla onde foram obtidas equações que definem a pegada de carbono estimada para parâmetros usualmente utilizados na dosagem de concretos. A partir das equações obtidas para cada mistura estudada, foram produzidos ábacos os quais podem ser analisados de forma gráfica a pegada de carbono para cada situação estudada.

Segue no Apêndice A uma compilação de toda estrutura da Tese, em forma de um mapa mental para ter uma melhor visualização de tudo que foi delineado nesta metodologia.

3.1 Variáveis estudadas para estruturação do modelo

3.1.1 Variável mecânica

A variável mecânica é uma das principais analisadas no estudo das propriedades do concreto, uma vez que a mesma se refere a resistência à compressão aos 28 dias, este período de tempo é devido a hidratação dos compostos do Clínquer. Foram usadas como parâmetros de resistência mecânica analisados, às resistências médias à compressão requeridas aos 28 dias.

3.1.2 Variável durabilidade

A durabilidade é definida por Mehta & Monteiro (2008), como a expectativa de vida de um material sob determinadas condições ambientais, quando relacionamos a durabilidade para estruturas de concreto, um dos parâmetros principais a serem analisados é a relação água/cimento, contudo é fato que grande parte da resistência da parte cimentícia do concreto é devida ao teor de clínquer, de modo que para este estudo, foram tomadas as relações água/clínquer.

- **Composição do Clínquer**

O clínquer é o principal composto do cimento, o mesmo corresponde a aproximadamente cerca de 85% de sua composição, este é composto por 04 componentes principais:

- **C3S - Silicato Tricálcico ou Alita – 42% a 60 %**
 $3CaO \cdot SiO_2$
Tem importante papel no endurecimento e na resistência mecânica do cimento às primeiras idades (de 1 a 28 dias).
- **C2S - Silicato Dicálcico ou Belita – 14% a 35 %**
 $2CaO \cdot SiO_2$
Desempenha importante papel nas resistências mecânicas do cimento, sobretudo a idades mais avançadas (acima de 28 dias), uma vez que apresenta taxa de hidratação mais lenta.
- **C3A - Aluminato Tricálcico ou Aluminato – 6% a 13 %**
 $3CaO \cdot Al_2O_3$
É responsável pela pega do cimento, já que é o componente mais reativo do clínquer.
- **C4AF - Ferroaluminato Tetracálcico ou Ferrita – 5% a 10 %**
 $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$
Tem importante papel na resistência química do cimento, em especial ao ataque de sulfatos às estruturas de concreto.

Para determinação destes compostos potenciais (fases) do clínquer é utilizado as equações de Bogue (TAYLOR, H. F. W., 1997).

$$\begin{aligned}C_3S &= 4,0710CaO - 7,6024SiO_2 - 6,7187Al_2O_3 - 1,4297Fe_2O_3 \\C_2S &= -3,0710CaO + 8,6024SiO_2 + 5,0683Al_2O_3 - 1,0785Fe_2O_3 \\&= 2,8675SiO_2 - 0,7544C_3 \\C_3A &= 2,6504Al_2O_3 - 1,6920Fe_2O_3 \\C_4AF &= 3,0432Fe_2O_3\end{aligned}$$

• Tipos de cimento Portland

Há diversos tipos de cimento Portland e diversos fabricantes, os quais divergem de acordo com a composição de seus componentes, contudo, estes têm que obedecer os parâmetros mínimos exigidos por normas, o cimento produzidos no Brasil estão dispostos na tabela 16, sua equivalência com os cimentos americanos na Tabela 18 e os tipos de cimento normalizados na Comunidade Europeia na Tabela 17. Para as dosagens de calibração usando os métodos do ACI e de Empacotamento Compressível, foram adotados os cimentos de Alta Resistência Inicial – CPV ARI, nos outros processos de validação, foram obedecidos os cimentos previstos em cada projeto de dosagem, assim para normalização foram adotados os teores de clínquer permitidos pelas referidas normas.

Tabela 16 – Limites de composição do cimento Portland (porcentagem de massa)

Designação normalizada	Sigla	Classe de resistência	Sufixo	Clínquer + Sulfatos de Cálcio	Escória Granulada de alto-forno	Material pozolânico	Material carbonático
Cimento Portland comum	CP I	25, 32 ou 40	RS ou BC	95 - 100	0 - 5		
	CP I – S			90 - 94	0	0	6 - 10
Cimento Portland composto com escória granulada de alto-forno	CP II – E			51 - 94	6 - 34	0	0 - 15
Cimento Portland composto com material pozolânico	CP II – Z			71 - 94	0	6 - 14	0 - 15
Cimento Portland composto com material carbonático	CP II – F			75 - 89	0	0	11 - 25
Cimento Portland de alto-forno	CP III			25 - 65	35 - 75	0	0 - 10
Cimento Portland pozolânico	CP IV			45 - 85	0	15 - 50	0 - 10
Cimento Portland de alta resistência inicial	CP V	ARI		90 - 100	0	0	0 - 10
Cimento Portland branco	Estrutural	25, 32 ou 40		75 - 100	–	–	0 - 25
	Não estrutural	–	–	50 - 74	–	–	26 - 50

Fonte: ABNT NBR 16697 (2018)

Tabela 17 – Os 27 produtos da família de cimentos correntes segundo a EN-197-1

Tabela 17 – Os 27 produtos da família de cimentos conformes segundo a EN 197-1													
Tipos	Notação dos 27 produtos		Composição (Porcentagem em massa)										
			Constituintes principais									Constituintes minoritários	
			Clínker	Escória de alto-forno	Sílica ativa	Pozolana		Cinza volante		Xisto cozido	Calcário		
						Natural	Natural calcinada	Siliciosa	Calcária				
			K	S	D	P	Q	V	W	T	L	LL	
CEM I	Cimento Portland	CEMI	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
CEM II	Cimento Portland com escória	CEM IIA-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	–	
		CEM IIB-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Cimento	CEM	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	–	

	Portland de sílica ativa	II/A-D											
	Cimento Portland com pozolana	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
	Cimento Portland de cinza volante	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Cimento Portland com xisto cozido	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Cimento Portland de calcário	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5
	Cimento Portland composto	CEM II/A-M	80-88	<-----12-20----->									0-5
		CEM II/B-M	65-79	<-----21-35----->									0-5
CEM III	Cimento de alto-forno	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Cimento pozolânico	CEM IV/A	65-89	-	<-----11-35----->					-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	<-----36-55----->					-	-	-	0-5
CEM V	Cimento composto	CEM V/A	40-64	18-30	-	<-----18-30----->			-	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-49	-	<-----31-49----->			-	-	-	-	0-5

Fonte: BS EN-197-1 (2011)

Tabela 18 – Equivalência dos cimentos brasileiros e americanos

Cimento Brasileiro		Cimento Americano Equivalente	
Tipo	Norma	Tipo	Norma
CP I ou CP I - S	ABNT NBR 16697 (2018)	I	ASTM C150 (2020)
CP II – F	ABNT NBR 16697 (2018)	II	ASTM C595 (2021)
CP II – E	ABNT NBR 16697 (2018)	IS	ASTM C595 (2021)
CP II – Z	ABNT NBR 16697 (2018)	IP	ASTM C595 (2021)
CP III	ABNT NBR 16697 (2018)	IT	ASTM C595 (2021)
CP IV	ABNT NBR 16697 (2018)	IT	ASTM C595 (2021)

CP V - ARI	ABNT NBR 16697 (2018)	III	ASTM C150 (2020)
BC – Cimento de Baixo Calor de Hidratação	ABNT NBR 16697 (2018)	IV	ASTM C150 (2020)
RS – Cimento Resistente à Sulfatos	ABNT NBR 16697 (2018)	V	ASTM C150 (2020)

Fonte: Arquivo do Autor

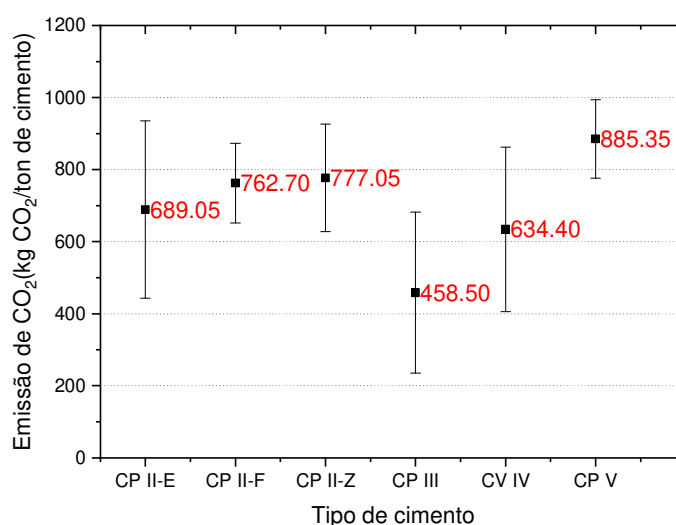
• Materiais Cimentícios Suplementares – SCM

Os materiais cimentícios suplementares ou simplesmente SCM, são adições utilizadas para melhorar certas propriedades de concretos e argamassas, nos projetos de misturas de concretos utilizados para validação da metodologia, foram encontrados alguns tipos de SCM, como filler calcário, sílica ativa, metacaulim e cinzas volantes. Estes SCM's tiveram que ser normalizadas para poder entender o a influência de cada tipo nas variáveis analisadas.

• Geração de CO₂ por tipo de cimento

A geração de CO₂ por tipo de cimento depende principalmente da quantidade de clínquer que é usada na sua composição e dos processos específicos de fabricação utilizados. O clínquer é o material que mais emite CO₂ na indústria do cimento, pois é obtido a partir da calcinação do calcário em altas temperaturas, liberando o gás como subproduto. Na Figura 13 pode ser observado estas variações na geração de CO₂ por tonelada de cimento. O CPV-ARI devido ao seu alto teor de clínquer em sua composição, também tem uma alta emissão de CO₂ na ordem de 885,35 kg de CO₂ por tonelada de cimento em média, pode também observar que o tipo de cimento que menos emite CO₂ é o CP III, que é um Cimento Portland de alto-forno, obtido pela mistura homogênea de clínquer Portland e escória granulada de alto forno, tal cimento emite cerca de 458,50 kg de CO₂ por tonelada de cimento, ou seja uma variação de cerca de 48,21 % a menos.

Figura 13 - Emissão de CO₂ por tipo de cimento



Fonte (Adaptado de SIDAC, 2022).

- **Cimento equivalente – Ceq**

Os SCM's quando utilizados com o cimento interagem com certos compostos e alteram algumas propriedades do concreto fresco e endurecido, assim para analisar estas interações foram determinados os teores de cimento equivalente (Ceq), conforme a equação (12) em cada composição, de modo que a relação água/clínquer para estes materiais foi definida como sendo relação água/Ceq. Os teores de C₃A para a equação (12), foram admitidos ou pela equação de Boque quando disponibilizado pelos autores os teores de óxidos ou utilizado os valores médios disponíveis na Tabela 19. Para determinação do coeficiente de atividade pozolânica (k_p(t)) equação (13), quando não disponibilizado pelos autores foi utilizado o teor de NaO_{equi} equação (14) ou obtido o índice de pozolanicidade (i) como sendo o valor médio da Tabela 20, tomados com idades aos 28 dias na equação (15).

$$c_{eq}(t) = c \left\{ 1 + 1,1 \left[1 - \exp \left(- \frac{\sum K_p i(t) \cdot p z_i}{c} \right) \right] + 0,017 t_{C_3A} \left[1 - \exp \left(- 79 \frac{\sum f i_j}{t_{C_3A} \cdot c} \right) \right] \right\}$$

Equação 12

$$K_p(t) = -3 \ln \left\{ 1,91 - \frac{2,2}{(i(t)[0,0522 + d(t)] - d(t))^{-0,351} - 1} \right\}$$

Equação 13

$$K_p(28) = 2,8 - 0,7 \cdot Na_2O_{equi}$$

Equação 14

$$d(t) = 0,052 \left(\frac{Rc_t}{Rc_{28}} - 1 \right)$$

Equação 15

Tabela 19 – Composição de Bogue

Parâmetro	Silicato Tricálcico	Silicato Dicálcico	Aluminato Tricálcico	Ferroaluminato Tetracálcico
Símbolo	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Propriedade do concreto afetada	Propriedades reológicas e taxa de hidratação			
Varição	28 – 56	19 – 49	2 – 14	2 – 12
Norma Europeia	EM 196-2 e 196-4			
Norma Americana	ASTM C 150			
Norma Francesa	NFP 15-475			

Fonte: De Larrard (1999)

Tabela 20 – Coeficiente de atividade

Parâmetro	Cinza volante		Sílica ativa	
	Índice de atividade aos 28 dias	Coeficiente de atividade aos 28 dias	Índice de atividade aos 28 dias	Coeficiente de atividade aos 28 dias
Símbolo	i(28)	K _p (28)	i(28)	K _p (28)
Propriedade do concreto afetada	Resistência à compressão e propriedades de deformabilidade	Resistência à compressão e propriedades de deformabilidade	Resistência à compressão e propriedades de deformabilidade	Resistência à compressão e propriedades de deformabilidade
Variação	0,6 – 1,1	0 – 1,4	1,4 – 1,9	2,5 – 5,0
Variabilidade para uma determinada fonte	Alta	Alta	Moderada	Moderada

Fonte: De Larrard (1999)

3.1.3 Variável ambiental

Para determinação de geração de CO₂ envolvida no processo de projeto de mistura de dosagem de concreto, foram definidas algumas variáveis que influem na quantificação da pegada de carbono, estas variáveis foram utilizadas na formatação da avaliação do ciclo de vida (ACV), para tal foi utilizada a ferramenta OpenLCA na versão 1.10.3 com o banco de dados da Ecoinvent 3.7. Este banco de dados teve uma atualização em setembro de 2019, onde foram incluídos alguns materiais de construção usados no Brasil, assim a ACV utilizada neste trabalho tomou como base estes dados para formatação. Como parâmetros para modelar a ACV foram tomados:

1. Modelagem: Atribucional – Alocação

ACV do tipo “atribucional” apresenta uma visão retrospectiva da situação, com base em atividades já ocorridas do sistema do produto estudado.

2. Sistema do produto: Cradle-to-Gate “do berço ao portão da fábrica”

As fases dos processos produtivos estudados – tanto os processos multifuncionais quanto os processos que utilizam o co-produto - contemplaram a extração de matéria prima para a fabricação do produto e a fabricação propriamente dita.

3. Método: CML 2001

O método conta com fatores de caracterização específicos previamente quantificados para cada problema ambiental (midpoint) ou categoria de impacto.

4. Unidade Funcional: 1 m³ de concreto

Para cada processo avaliado, a unidade funcional adotada foi a unidade usual utilizada para comercialização do produto.

5. Fronteiras do sistema de produto

Fronteira geográfica dos sistemas estudados, o território nacional como um todo.

6. Categoria de impacto analisada: GWP 100

Global Warming Potential 100 - Potencial de Aquecimento Global, medido em kgCO₂eq.

3.1.4 Variável econômica

Como todo processo industrial, a dosagem de concreto além das características relacionadas a Resistência, Durabilidade e Ambiental, os custos relativos à produção deste são de suma importância num contexto geral, para computo destes dados foi obtida a composição de custos unitário utilizada para concretos usinados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, conforme Figura 14, os preços foram atualizados para a data base em questão, e foram inseridos itens que não constavam para assim agregar todos os materiais de todos os projetos de dosagens de concreto pertinentes a este estudo.

Figura 14 – Composição de Custo Unitário do DNIT para concreto usinado.

Figura 17 - Composição do Custo Unitário de Referência do DMT para concreto armado.

CGCIT			DNIT			
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba			
Custo Unitário de Referência			Abril/2019		Produção da equipe 24,90000 m³	
1106280 Concreto para bombeamento fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais			Valores em reais (R\$)			
A - EQUIPAMENTOS			Quantidade	Utilização		Custo Horário
				Operativa	Improdutiva	Produtivo
E9584	Carregadeira de pneus com capacidade de 1,53 m³ - 106 kW	1,00000	0,72	0,28		106,6894
E9599	Central de concreto com capacidade de 30 m³/h - dosadora RS	1,00000	1,00	0,00		45,3398
E9763	Grupo gerador - 36/40 kVA	1,00000	1,00	0,00		23,2796
E9064	Transportador manual gerica com capacidade de 180 l	3,00000	0,94	0,06		0,6720
						0,4566
						1,9772
						162,9555
B - MÃO DE OBRA			Quantidade	Unidade		Custo Horário
P9824	Servente	4,00000	h			15,6864
						62,7456
						62,7456
						225,7011
						9,0643
						-
						-
C - MATERIAL			Quantidade	Unidade		Preço Unitário
M0030	Aditivo plastificante e retardador tipo Plastiment ou similar	1,52423	kg			5,1671
M0082	Areia média lavada	0,60668	m³			81,4993
M0191	Brita 1	0,68813	m³			81,4244
M0424	Cimento Portland CP II - 32	381,05672	kg			0,4303
						163,9667
						277,3191
D - ATIVIDADES AUXILIARES			Quantidade	Unidade		Custo Unitário
						286,3834
						286,3834
E - TEMPO FIXO			Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário
M0030	Aditivo plastificante e retardador tipo Plastiment ou similar - Caminhão carroceria 15 t	5914655	0,00152	t		20,6000
M0082	Areia média lavada - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,91002	t		0,9100
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	1,03220	t		0,9100
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - Caminhão carroceria 15 t	5914655	0,38106	t		20,6000
						9,6485
F - MOMENTO DE TRANSPORTE			Quantidade	Unidade	DMT	
					LN	RP
M0030	Aditivo plastificante e retardador tipo Plastiment ou similar - Caminhão carroceria 15 t	0,00152	tkm	5914449	5914464	5914479
M0082	Areia média lavada - Caminhão basculante 10 m³	0,91002	tkm	5914359	5914374	5914389
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	1,03220	tkm	5914359	5914374	5914389
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - Caminhão carroceria 15 t	0,38106	tkm	5914449	5914464	5914479
						296,83

Fonte: DNIT (2019)

3.2 Normalização das variáveis

De acordo Kurda, De Brito & Silvestre, (2019) geralmente, diferentes critérios analisados apresentam diferentes hierarquias de escalas. Para obter uma classificação geral que permita avaliar simultaneamente o desempenho técnico, de custos e ambiental das misturas de concreto, é necessário padronizar as escalas obtidas para todos os critérios analisados.

Para tanto, foi adotado o método de padronização por intervalo de Carver (1991), no qual, admite-se para ordem crescente de preferência (efeitos positivos), um valor mais alto (Resistência à compressão) foi considerado um melhor resultado, conforme a equação (16), enquanto, para ordem decrescente de preferência, um valor mais baixo (por exemplo, relação água/clínquer ou água/Ceq, pegada de carbono e custo) foi considerado um melhor resultado (efeitos negativos), conforme a equação (17). Nesse método de padronização por faixa, o melhor escore de critério é aquele que tem um escore padronizado de 1, e o pior, um escore de 0. Além disso, esta etapa é necessária para as análises multicritério consideradas na próxima etapa. No final desta etapa, e para cada propriedade específica, as misturas de concreto são classificadas com base no valor obtido ($x_{ij} = 0$ a 1).

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i(x_{ij})}{\max_i(x_{ij}) - \min_i(x_{ij})}$$

Equação 16

$$x_{ij} = \frac{\max_i(x_{ij}) - x_{ij}}{\max_i(x_{ij}) - \min_i(x_{ij})}$$

Equação 17

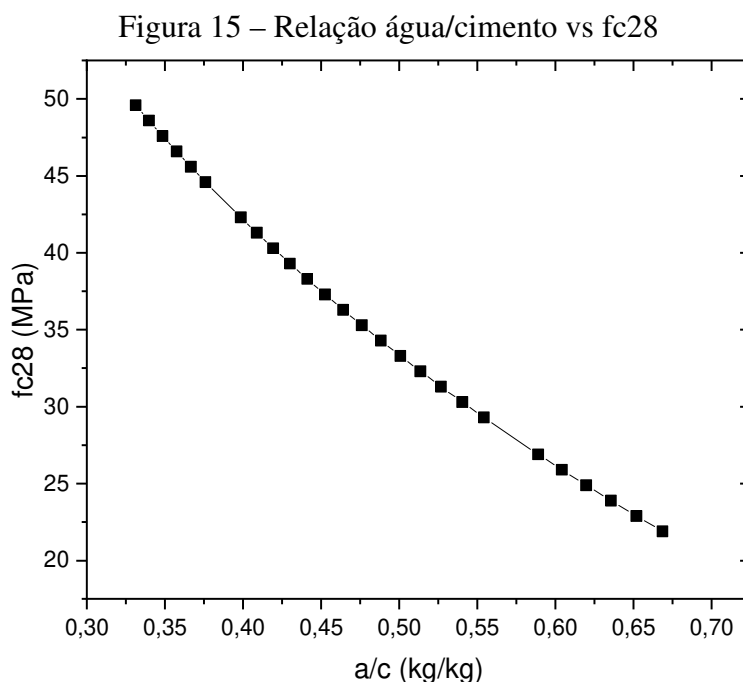
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise das variáveis para o Método do ACI 211 - impacto ambiental da inclusão da granulometria

4.1.1 Análise da resistência característica aos 28 dias (f_{c28}) e relação água/cimento (a/c)

Os métodos de dosagem de concretos, baseiam-se em características e propriedades dos materiais componentes da mistura formada. Para ter um melhor entendimento de como cada variável, envolvida no processo de formação de um projeto de dosagem age, foram realizadas diversas simulações independentes entre si. Para tanto, observou-se como a pegada de carbono interfere em cada processo de escolha de materiais separadamente, e com granulometrias diferentes.

Na Figura 15, observa-se a curva de tendência dos resultados a partir da relação água/cimento com variação de 0,33 a 0,66, e com a resistência característica aos 28 dias (f_{c28}), variando de 21,9 a 49,6 Mpa de acordo com o método do ACI 211, e levando-se em consideração os desvios-padrão normativos. Esta relação é definida por Abrams (1918) para utilização com cimentos, onde “a resistência de um concreto, numa determinada idade (f_{cj}), é inversamente proporcional à relação água cimento (a/c)”. Esta curva baliza a partir de um f_{c28} requerido, a relação água/teor de clínquer necessária para alcançá-la.



Fonte: Arquivo do Autor

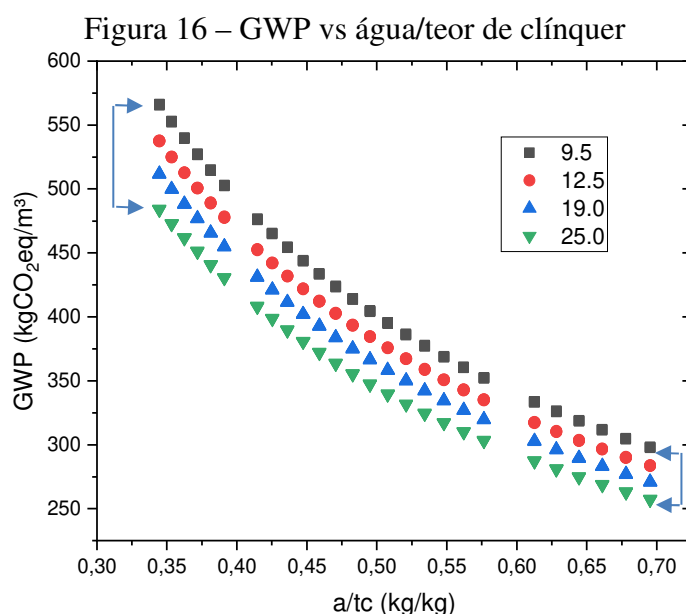
Embora esta abordagem relativa à relação água/cimento e f_{c28} , seja bastante difundida no estudo da tecnologia dos concretos, devemos verificar que há nos processos de escolha dos materiais, características que interferem diretamente nas propriedades do concreto fresco ou endurecido. A quantidade da água de amassamento, tipos de aditivos e forma dos agregados, mexerão de forma direta na reologia da mistura e, conseqüentemente, a trabalhabilidade. Porém, nenhuma informação referente à pegada de carbono pôde ser verificada nesta abordagem.

4.1.2 Análise da Pegada de Carbono (GWP) e relação água/teor de clínquer (a/tc)

Na figura 16, a abordagem foi modificada para verificar como esta variável se comporta, quando correlacionado apenas o teor de clínquer, e com granulometrias diferentes, de modo a balizar sua utilização para qualquer tipo de cimento Portland.

As variações da pegada de carbono são evidenciadas, para uma mesma série de projetos de dosagem de mesmo f_{c28} temos grandes variações. Como por exemplo, para uma relação água/teor de clínquer de 0,34 tendo como granulometria do agregado graúdo sendo de 9,5 mm teremos uma taxa de 566,34 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$ e quando correlacionamos uma granulometria de 25,0 mm essa taxa de geração cai para 484,44 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$, de modo que teremos uma redução na ordem de 81,9 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$, ou seja 14,46 %.

É notório que a medida que aumentamos a relação água/teor de clínquer esta distorção reduz, como por exemplo se tomarmos como parâmetro a relação água/teor de clínquer sendo de 0,70 e considerando as mesmas granulometrias, para a granulometria de 9,5 mm teremos uma taxa de 298,45 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$, quanto que para a granulometria de 25,0 mm teremos uma taxa de 257,67 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$, assim a redução seria de 40,78 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$, ou seja, 13,66 %.



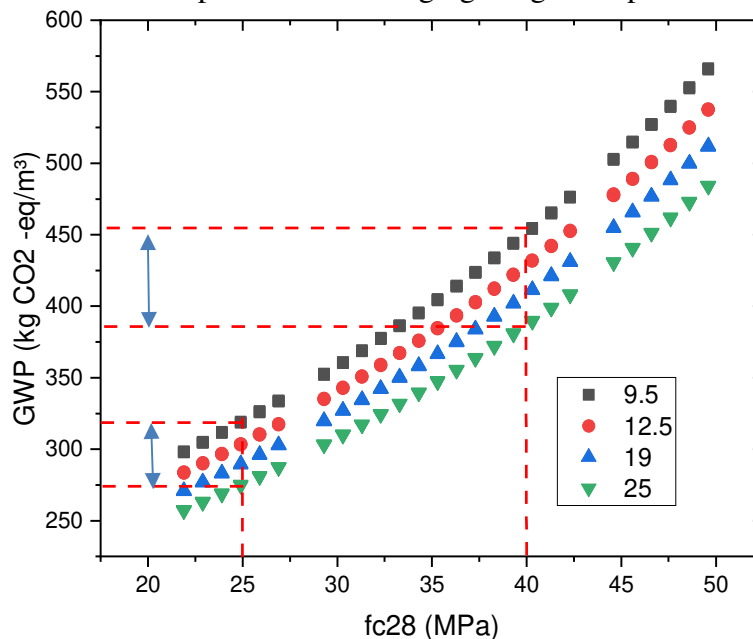
Fonte: Arquivo do Autor

4.1.3 Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação à resistência característica (fc28)

Ao efetuarmos uma análise, para uma mesma série de dados de dosagens de concreto, com mesma resistência característica aos 28 dias (fc28), porém com diferentes granulometrias de agregados graúdos, como observamos na figura 17. Como por exemplo, para os concretos com fc28 referente à 25 Mpa, caso nesta família de dosagem seja utilizado agregado graúdo com diâmetro máximo de 25 mm, teria uma geração na ordem de 275 kgCO₂eq/m³, enquanto se o agregado graúdo for modificado para uma granulometria de 9,5 mm, teria uma geração de 320 kgCO₂eq/m³, cerca de 45 kgCO₂eq/m³ de diferença.

À medida que subimos o fc28, para uma resistência de 40 Mpa, verificamos que ao utilizarmos o diâmetro de 25 mm, teríamos cerca de 385 kgCO₂eq/m³, e para uma granulometria de 9,5 mm, esta seria da ordem de 455 kgCO₂eq/m³, de modo que teríamos 70 kgCO₂eq/m³ de diferença, gerando cerca de 75 % a mais de kgCO₂eq/m³. Ou seja, quanto maior for o fc28 maior será a geração de kgCO₂eq/m³, isto analisando apenas o fc28, é notório o crescimento de forma exponencial. A diferença do tamanho da partícula dos agregados graúdos, infere nesta geração devido à uma maior área específica à medida que vamos reduzindo o tamanho do grão.

Figura 17 – GWP vs fc28 por tamanho de agregado graúdo para o Método do ACI

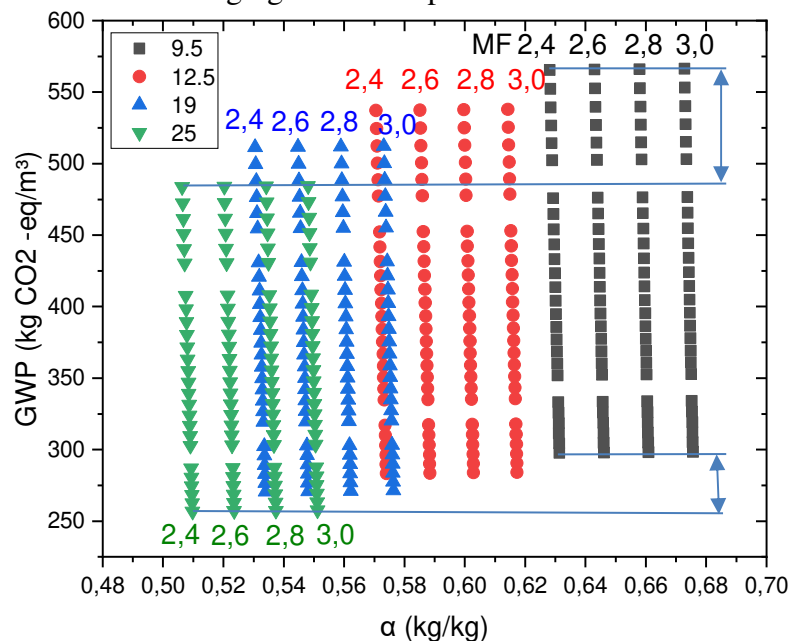


Fonte: Arquivo do Autor

4.1.4 Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de argamassa seca (α) e Módulo de Finura do agregado miúdo (MF)

No modelo de dosagem ACI 211, um dos dados de entrada do método, é o módulo de finura do agregado miúdo (MF), parâmetro este que pode ser obtido através da análise granulométrica do agregado miúdo. Na Figura 18, é apresentado o comportamento do teor de argamassa seca (α) em relação à pegada de carbono, para diferentes módulos de finura de agregados miúdos e granulometrias distintas de agregados graúdos. É verificado que, com a diminuição do tamanho do grão de agregados graúdos e aumento do módulo de finura do agregado miúdo, haverá um aumento do teor de argamassa seca da mistura. Também podemos verificar que embora aumente a taxa de geração de CO₂ para diferentes projetos de dosagem com aumento do f_{c28} , o teor de argamassa seca torna-se quase constante para cada mistura.

Figura 18 – GWP vs teor de argamassa seca por tamanho de agregado graúdo e módulo de finura do agregado miúdo para o Método do ACI



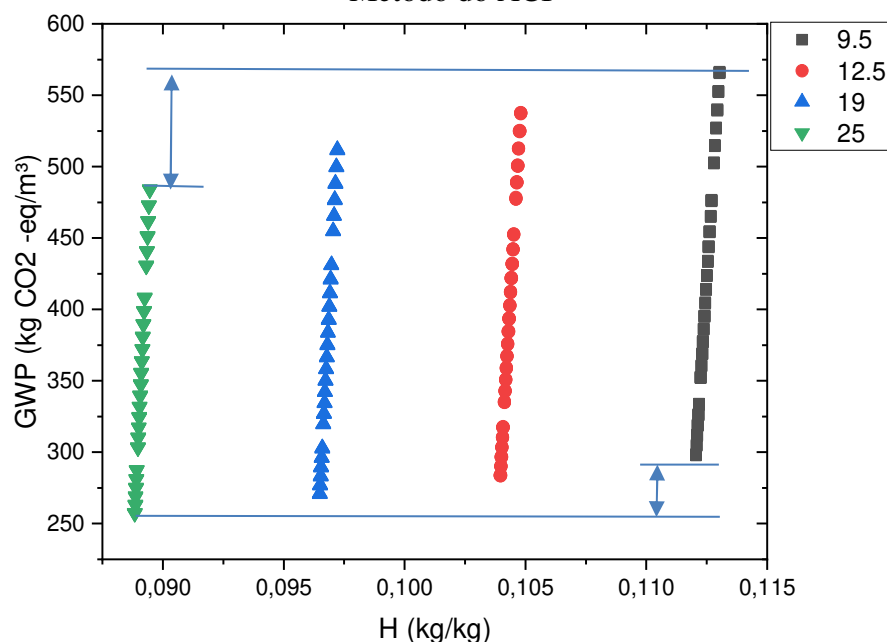
Fonte: Arquivo do Autor

É verificado que teremos variações de teor de argamassa seca, a depender da granulometria do agregado graúdo e módulo de finura, na ordem de 0,51 a 0,68. Quando correlacionamos a pegada de carbono para cada mistura, teremos algumas variações, como por exemplo, se tomarmos nas resistências iniciais, uma granulometria de 25 mm e módulo de finura sendo igual a 3,0, teremos uma pegada de carbono na ordem de 257,67 kgCO₂eq/m³, porém, se modificarmos o agregado graúdo para 9,50 mm e considerando o mesmo módulo de finura igual a 3,0, teremos uma pegada de carbono na ordem de 298,45 kgCO₂eq/m³, ou seja, uma diferença de 40,78 kgCO₂eq/m³. Se considerarmos as resistências de limites superiores, teremos para a granulometria de 25 mm, uma pegada de carbono na ordem de 484,44 kgCO₂eq/m³, e para a granulometria de 9,50 mm teremos uma pegada de carbono na ordem de 566,34 kgCO₂eq/m³, ou seja, uma variação de 81,91 kgCO₂eq/m³, que representa um acréscimo de 100 %.

4.1.5 Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de água/materiais secos (H)

Quando analisamos a relação água/materiais secos (H) com a pegada de carbono em diferentes granulometrias (Figura 19), observa-se que há um aumento dessa relação à medida que diminuimos o tamanho do agregado graúdo, com um leve crescimento à medida que há o aumento dos dados de geração de CO₂, com o aumento do fc28. Para uma mesma família de dosagem, há uma variação da relação à pegada de carbono nas resistências inferiores na ordem de 40,78 kgCO₂eq/m³, à medida que diminuimos o tamanho do agregado graúdo e aumentamos as resistências características (fc28), temos um acréscimo no valor relativo à pegada de carbono, no limite superior temos uma geração de 81,91 kgCO₂eq/m³, o que representa também um acréscimo de 100 %.

Figura 19 – GWP vs relação água/materiais secos por tamanho de agregado graúdo para o Método do ACI



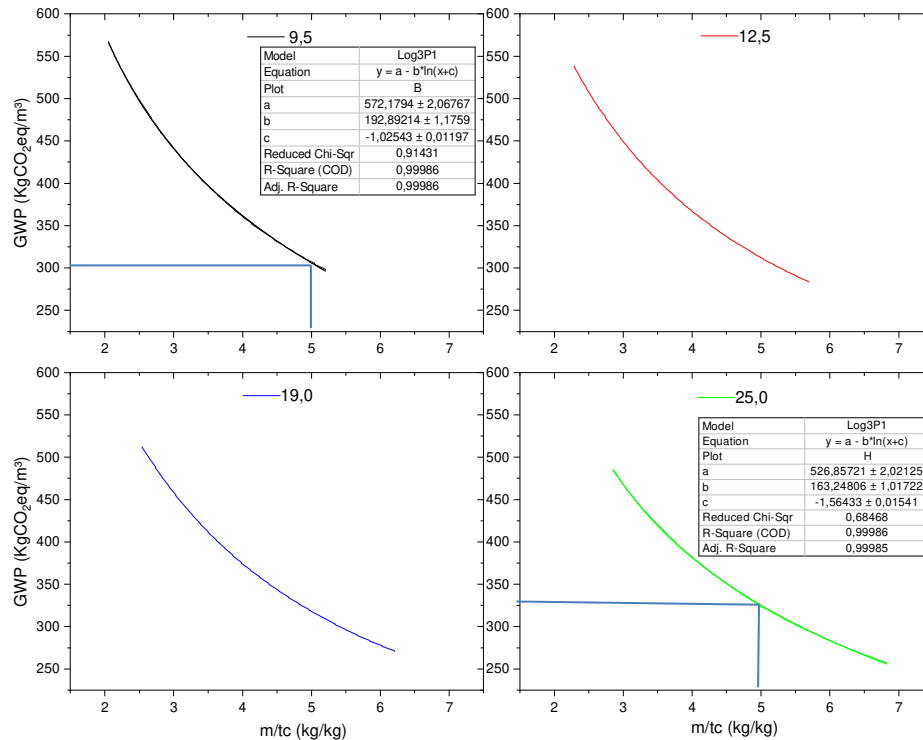
Fonte: Arquivo do Autor

4.1.6 Análise da Pegada de Carbono (GWP) e a relação de agregados secos/teor de clínquer (m/tc)

A relação de agregados secos/cimento é uma relação que infere em parâmetros como a consistência do concreto, Lyse (1932), descreveu a mesma de forma que “fixados o cimento e agregados, a consistência do concreto fresco depende preponderantemente da quantidade de água por m³ de concreto”, para análise desta variável, foi considerada a mesma não apenas por cimento, mas sim pelo teor de clínquer do material. Desta forma, observa-se na Figura 20, o quão esta variável é afetada pela mudança do tamanho da partícula de agregado graúdo, quando comparado à pegada de carbono. Se tomarmos como sendo o a relação de agregados secos/teor de clínquer fixa em 5,0 para as granulometrias de 9,50 mm e 25,0 mm, teremos uma geração de 306,00 kgCO₂eq/m³ e 325,37

kgCO₂eq/m³, respectivamente. Assim a variação do tamanho do agregado graúdo altera, para essa relação de agregados secos/teor de clínquer, a pegada de carbono em 6,33 %.

Figura 20 – Pegada de Carbono (GWP) e relação de agregados secos/teor de clínquer (m/tc)



Fonte: Arquivo do Autor

Nota-se que, embora utilizemos outra abordagem para estudo de cada variável de forma independente, o tamanho do grão das partículas de agregados graúdos, mexerão nos valores da pegada de carbono para as misturas de concreto formadas. É sabido que ao diminuirmos o tamanho das partículas aumentamos a área específica, de modo que alterará no consumo de aglomerante, o qual é considerado um dos principais agentes no computo da pegada de carbono.

4.1.7 Análise da Pegada de Carbono (GWP) com densidade de empacotamento real (ϕ) e módulo de finura (MF)

Importante ressaltar que no estudo da tecnologia de concretos, alguns fatores como a distribuição granulométrica e técnicas de empacotamento de misturas granulares, pode minimizar este aumento do consumo de cimento e, conseqüentemente, o aumento do teor de clínquer.

De modo a entender o comportamento do empacotamento das misturas granulares e a pegada de carbono, foi utilizado os limites de composição granulométrica constantes na ABNT NBR 7211, e seus respectivos valores superiores e inferiores, além dos valores

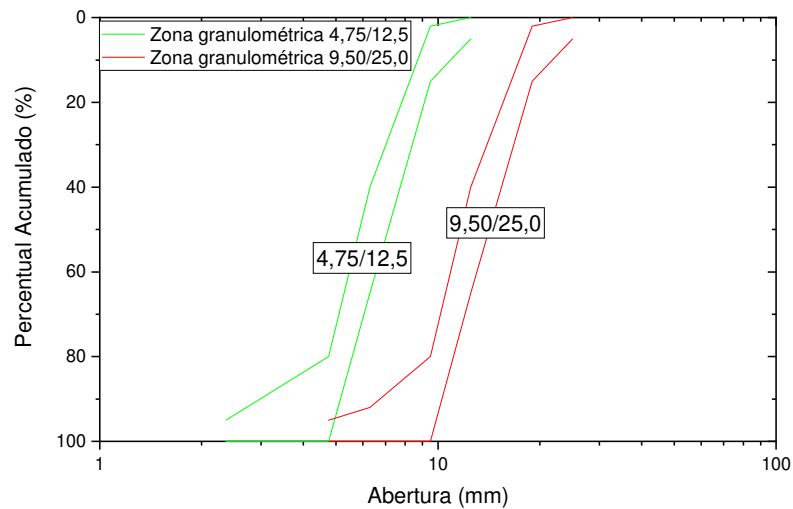
tidos como ótimos, para as composições de agregados graúdos e miúdos, conforme tabelas 21 e 22. As distribuições granulométricas estão evidenciadas nas Figuras 21 e 22.

Tabela 21 – Limites da composição granulométrica do agregado graúdo ABNT NBR 7211

Peneira com abertura de malha	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Zona granulométrica d/D			
	4,75/12,5		9,50/25,0	
	Limite inferior (GLI)	Limite superior (GLS)	Limite inferior (GLI)	Limite superior (GLS)
25,0 mm			0	5
19,0 mm			2	15
12,5 mm	0	5	40	65
9,5 mm	2	15	80	100
6,3 mm	40	65	92	100
4,8 mm	80	100	95	100
2,4 mm	95	100		

Fonte: Arquivo do Autor

Figura 21 – Zonas granulométricas ABNT NBR 7211 – Agregado Graúdo



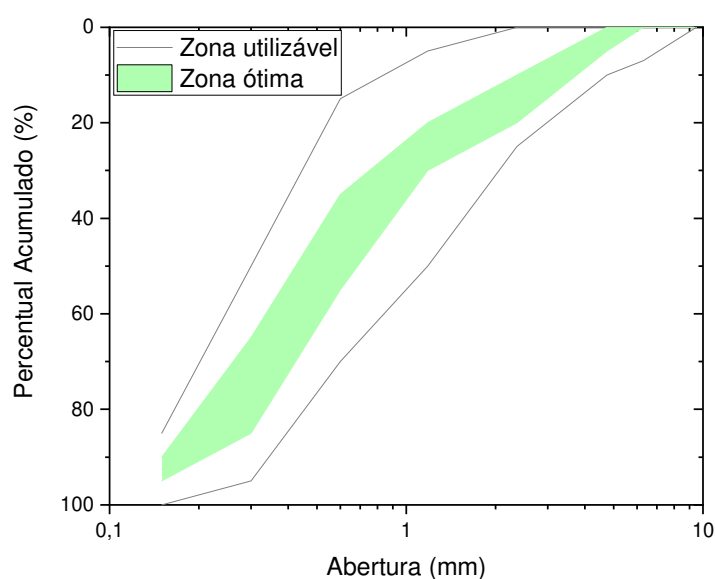
Fonte: Arquivo do Autor

Tabela 22 – Limites da composição granulométrica do agregado miúdo ABNT NBR 7211

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável MLIZU	Zona ótima MLIZO	Zona ótima MLSZO	Zona utilizável MLSZU
6,3 mm	0	0	0	7
4,8 mm	0	0	5	10
2,4 mm	0	10	20	25
1,2 mm	5	20	30	50
0,6 mm	15	35	55	70
0,3 mm	50	65	85	95
0,15 mm	85	90	95	100

Fonte: Arquivo do Autor

Figura 22 – Zonas granulométricas ABNT NBR 7211 – Agregado Miúdo

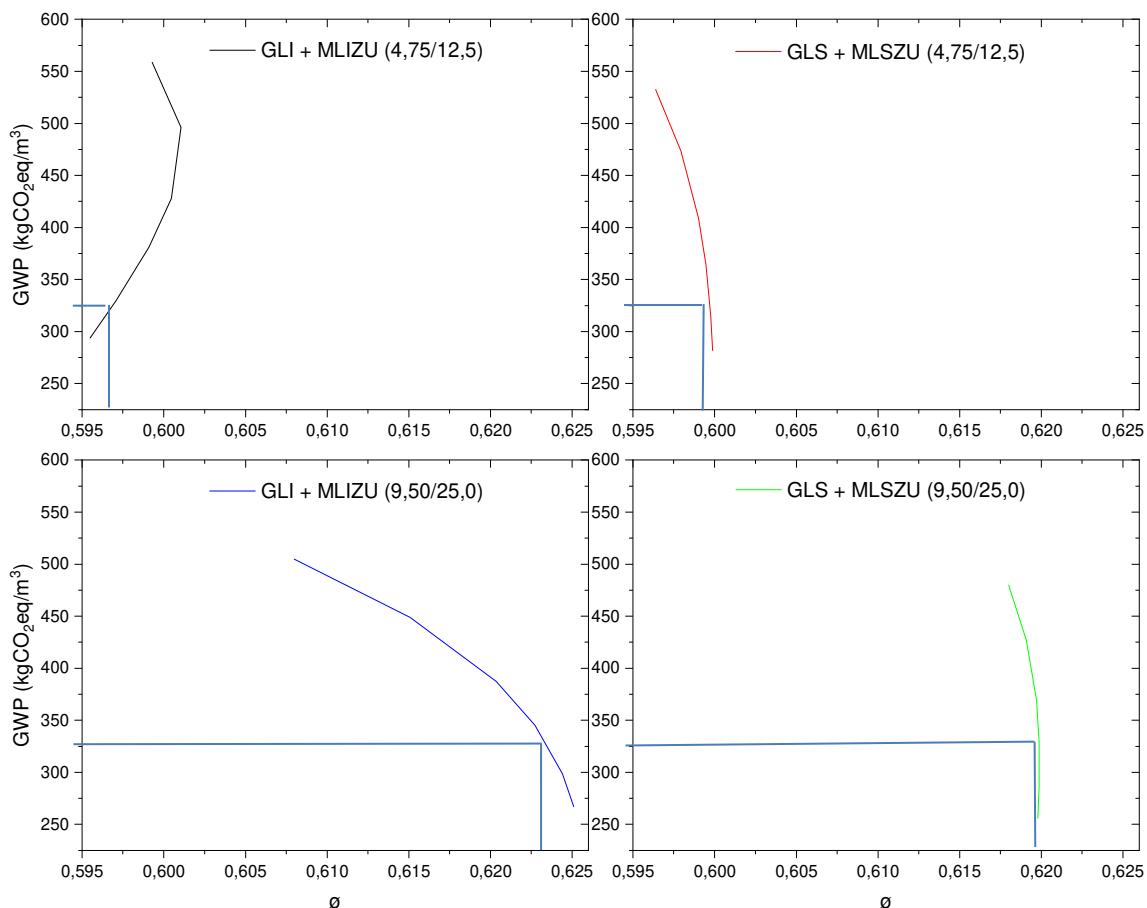


Fonte: Arquivo do Autor

Observa-se na Figura 23, que para uma mesma pegada de carbono (GWP), teremos uma grande variação da densidade de empacotamento real (ϕ). A depender da zona granulométrica ao qual o agregado graúdo está distribuído, se tomarmos como exemplo, um GWP de 325 kgCO₂eq/m³, teremos para a faixa granulométrica 4,75/12,5 e para a zona GLI+MLIZU (Agregado graúdo limite inferior e agregado miúdo limite inferior na zona útil) uma densidade de empacotamento real da ordem de 0,597. Porém, se considerarmos uma outra faixa granulométrica de 9,50/25,0, e para a zona GLS+MLSZU (Agregado graúdo limite superior e agregado miúdo limite superior na zona útil) teríamos uma densidade de empacotamento real da ordem de 0,620.

Podemos então discernir que, uma mesma densidade de empacotamento não necessariamente resultará numa mesma resistência característica, e consequentemente numa mesma pegada de carbono.

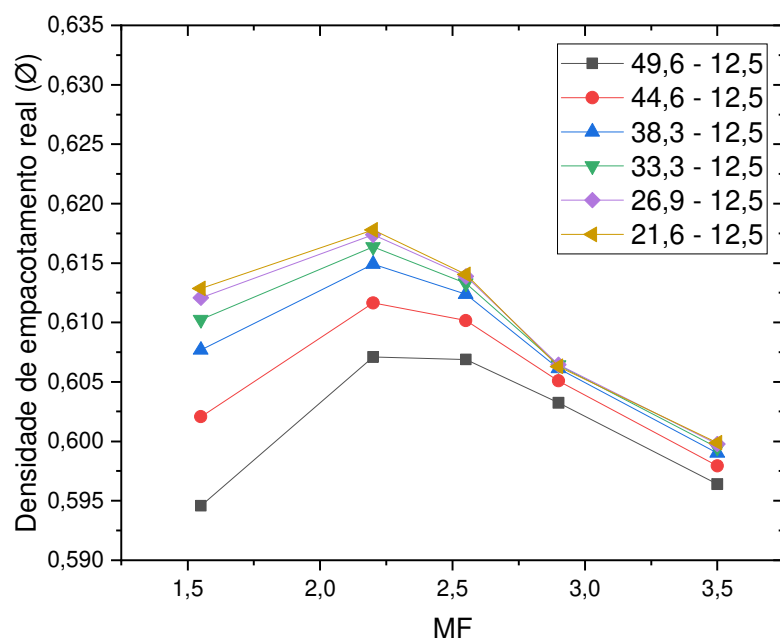
Figura 23 – Pegada de Carbono (GWP) e relação com a densidade de empacotamento real (ϕ)



Fonte: Arquivo do Autor

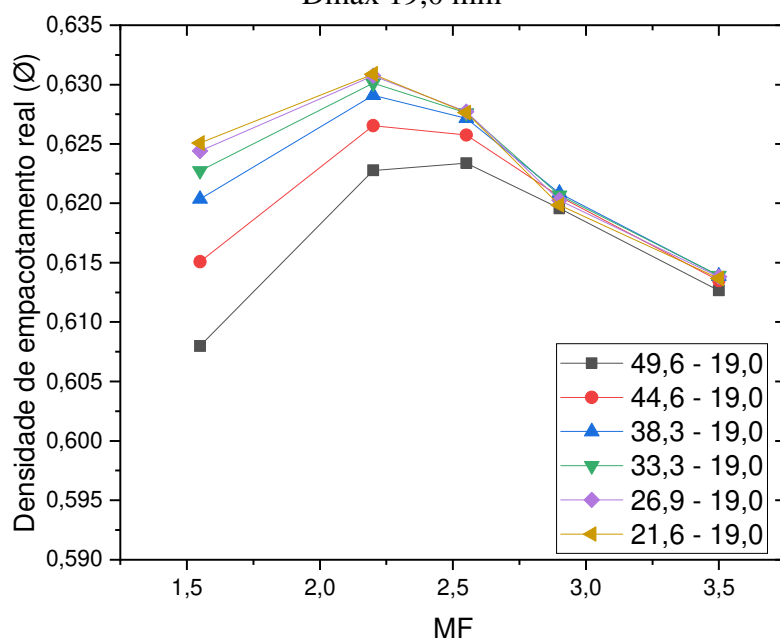
No tocante ao estudo do empacotamento granular, quando considerado o módulo de finura e a resistência à compressão, observa-se nas figuras 24, 25 e 26, que obtemos uma melhor densidade de empacotamento granular com módulo de finura de 1,5, que corresponde à zona granulométrica do limite inferior da zona utilizável, segundo a ABNT NBR 7211. À medida que aumentamos o módulo de finura essa compactidade diminui e volta a ter valores melhores quando chegamos ao módulo de finura de 3,5, o qual corresponde à zona granulométrica superior do limite utilizável. É notório que há uma certa convergência de resultados para módulos de finura acima de 2,5, para densidade de empacotamento real.

Figura 24 – Densidade de empacotamento real e relação com o módulo de finura para o $D_{m\acute{a}x}$ 12,5 mm



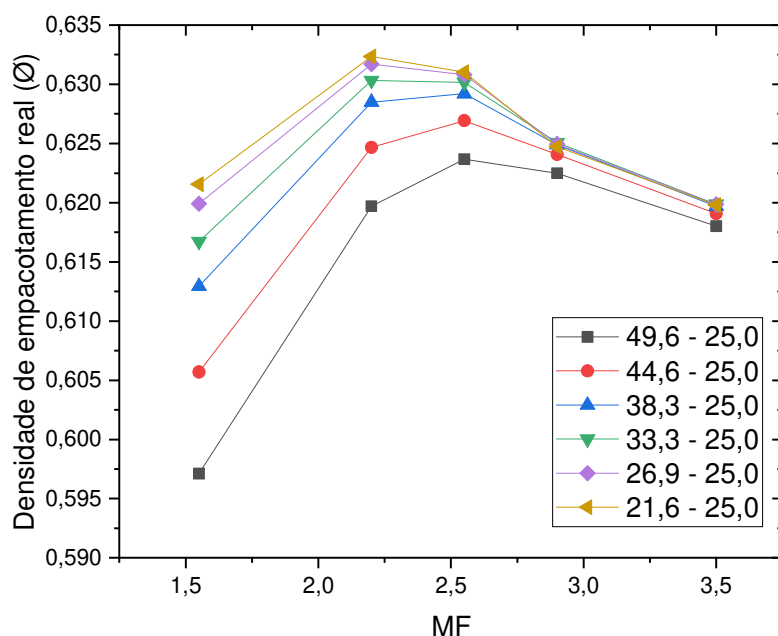
Fonte: Arquivo do Autor

Figura 25 – Densidade de empacotamento real e relação com o módulo de finura para o $D_{m\acute{a}x}$ 19,0 mm



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 26 – Densidade de empacotamento real e relação com o módulo de finura para o $D_{\text{máx}}$ 25,0 mm



Fonte: Arquivo do Autor

4.1.8 Análise da Pegada de Carbono (GWP) ponderada pela Resistência Característica (f_{c28}) e a relação água/teor de clínquer (a/t_c)

Ao analisarmos de forma ponderada a pegada de carbono em relação à resistência característica (f_{c28}), com a relação água/teor de clínquer por granulometria na Figura 27, observamos que aparecem certos limites tidos como ótimos, os quais são os pontos mínimos referentes às curvas das parábolas apresentadas na Figura 28. Pode-se verificar que estes limites para o fator água/teor de clínquer são da ordem de 0,41 para as granulometrias de 9,5 mm e 25,0 mm, enquanto que o GWP/f_{c28} é da ordem de 11,26 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3\cdot\text{Mpa}$ e 9,65 $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3\cdot\text{Mpa}$, respectivamente para as mesmas granulometrias, correspondendo a uma variação de 16,68 %.

Figura 27 – GWP/fc28 e relação água/teor de clínquer por tamanho de agregado graúdo para o Método do ACI

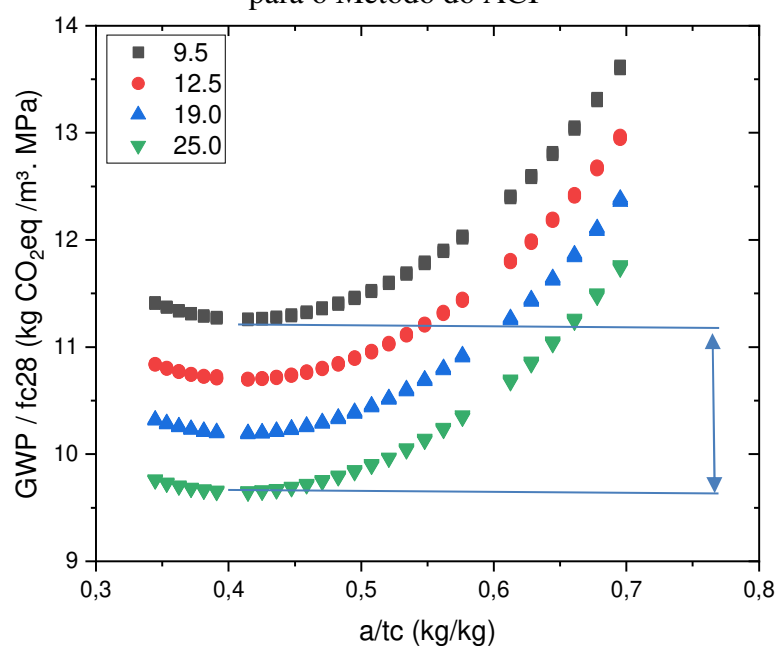
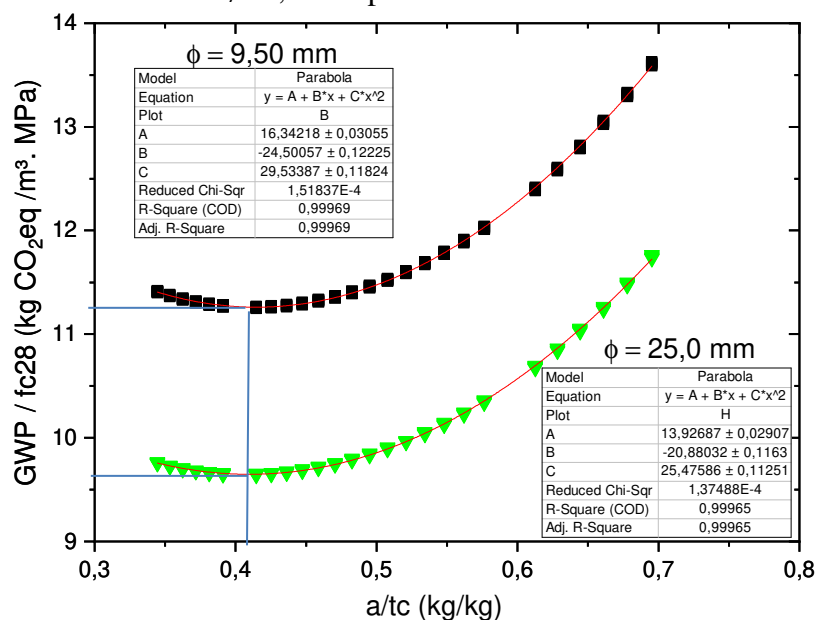


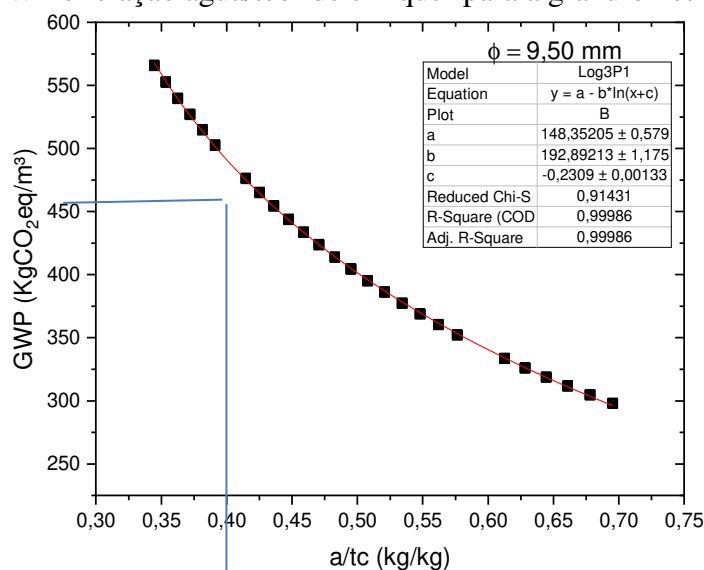
Figura 28 – GWP/fc28 e relação água/teor de clínquer para o agregado graúdo Ø9,5mm e Ø25,0 mm para o Método do ACI



4.1.9 Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de clínquer (tc)

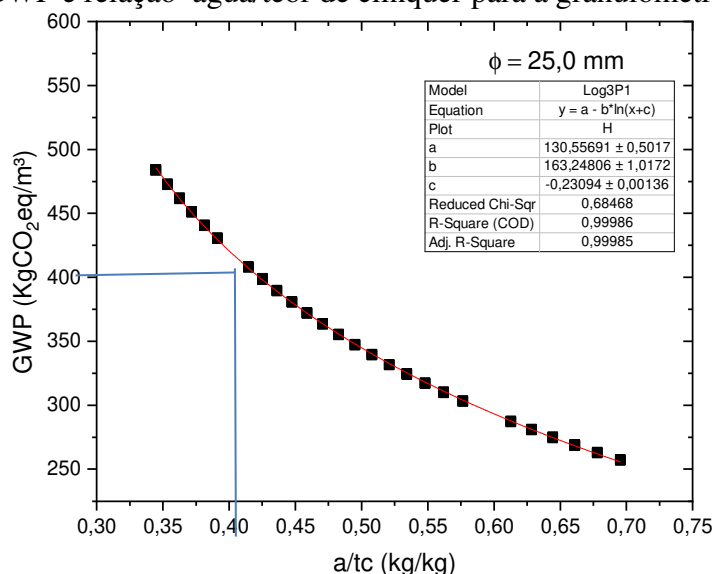
Como já foi abordado (Figura 16), é possível obter-se a pegada de carbono a partir da relação água/teor de clínquer, quando correlacionado os teores tidos como ótimo (Figura 28), para a relação água/teor de clínquer de 0,41, abaixo desta relação de água/teor de clínquer dificulta os processos de hidratação do próprio clínquer, corroborando aos resultados obtidos por Powers (1968), o qual evidenciou que há uma proporção crítica na relação água-cimento que é essencial para a completa hidratação do cimento, teremos uma faixa de utilização da pegada de carbono, variando de acordo com a granulometria, entre 475,00 kgCO₂eq/m³ para a granulometria de 9,50 mm (Figura 29) e 411,53 kgCO₂eq/m³ para a granulometria de 25,0 mm (Figura 30).

Figura 29 – GWP e relação água/teor de clínquer para a granulometria de 9,50 mm



Fonte: Arquivo do Autor

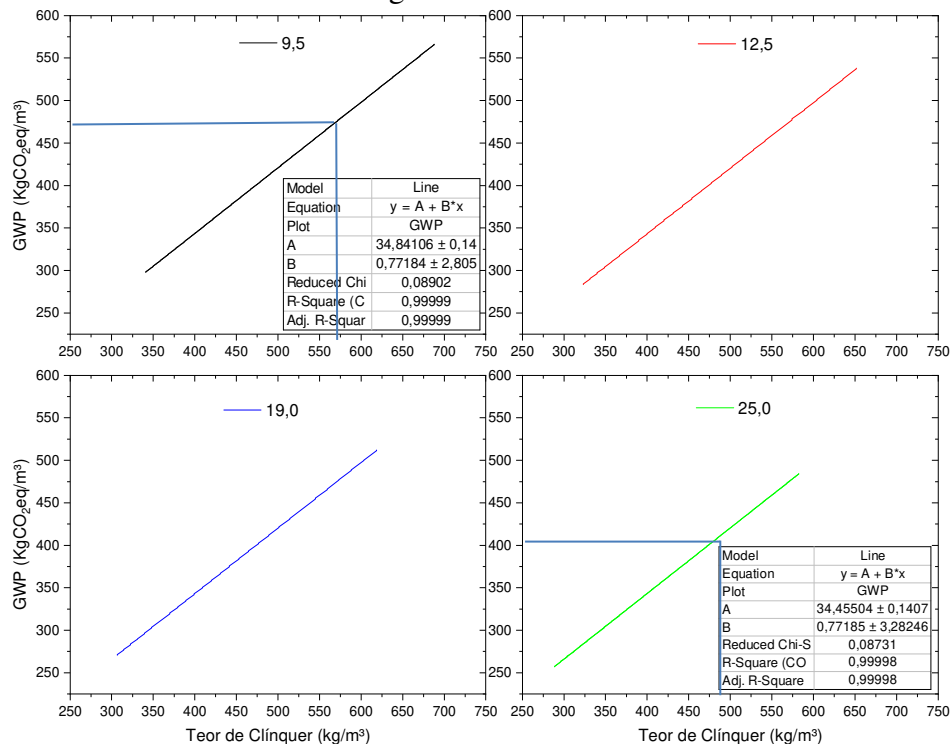
Figura 30 – GWP e relação água/teor de clínquer para a granulometria de 25,0 mm



Fonte: Arquivo do Autor

A partir da pegada de carbono obtida (Figuras 29 e 30), pode-se correlacionar o teor de clínquer para os limites tidos como ótimos (Figura 31), para as granulometrias de 9,50 mm e 25,0 mm, tem-se então os teores de 570,27 kg/m³ para a granulometria de 9,5 mm e 488,53 para a granulometria de 25,0 mm.

Figura 31 – Pegada de Carbono (GWP) em relação ao teor de clínquer (tc) por granulometria

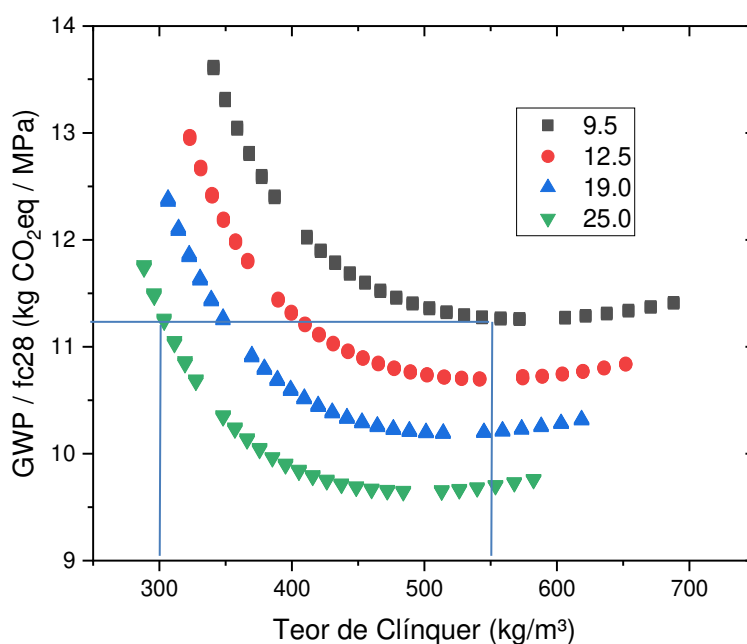


Fonte: Arquivo do Autor

4.1.10 Análise da Pegada de Carbono (GWP) ponderada pela Resistência Característica (fc28) e o teor de clínquer (tc)

Observa-se na Figura 32, que a pegada de carbono (GWP) quando ponderada pela resistência característica aos 28 dias, assume patamares equivalentes para teores de Clínquer distintos, quando considerado várias zonas granulométricas distintas. É notório que estas variações se tornam constantes à medida que aumentamos os teores de clínquer para todas as composições estudadas. Se tomarmos como por exemplo uma pegada de carbono (GWP) ponderada pela Resistência Característica aos 28 dias de 11,25 kgCO₂eq/MPa teremos para a zona granulométrica de 9,50 mm um teor de Clínquer da ordem de 550,00 kg/m³, entretanto caso a zona granulométrica seja de 25 mm teríamos um teor de Clínquer de 300,00 kg/m³, ou seja, uma variação de aproximadamente 83,33 %.

Figura 32 – GWP/fc28 vs Teor de clínquer para o Método do ACI



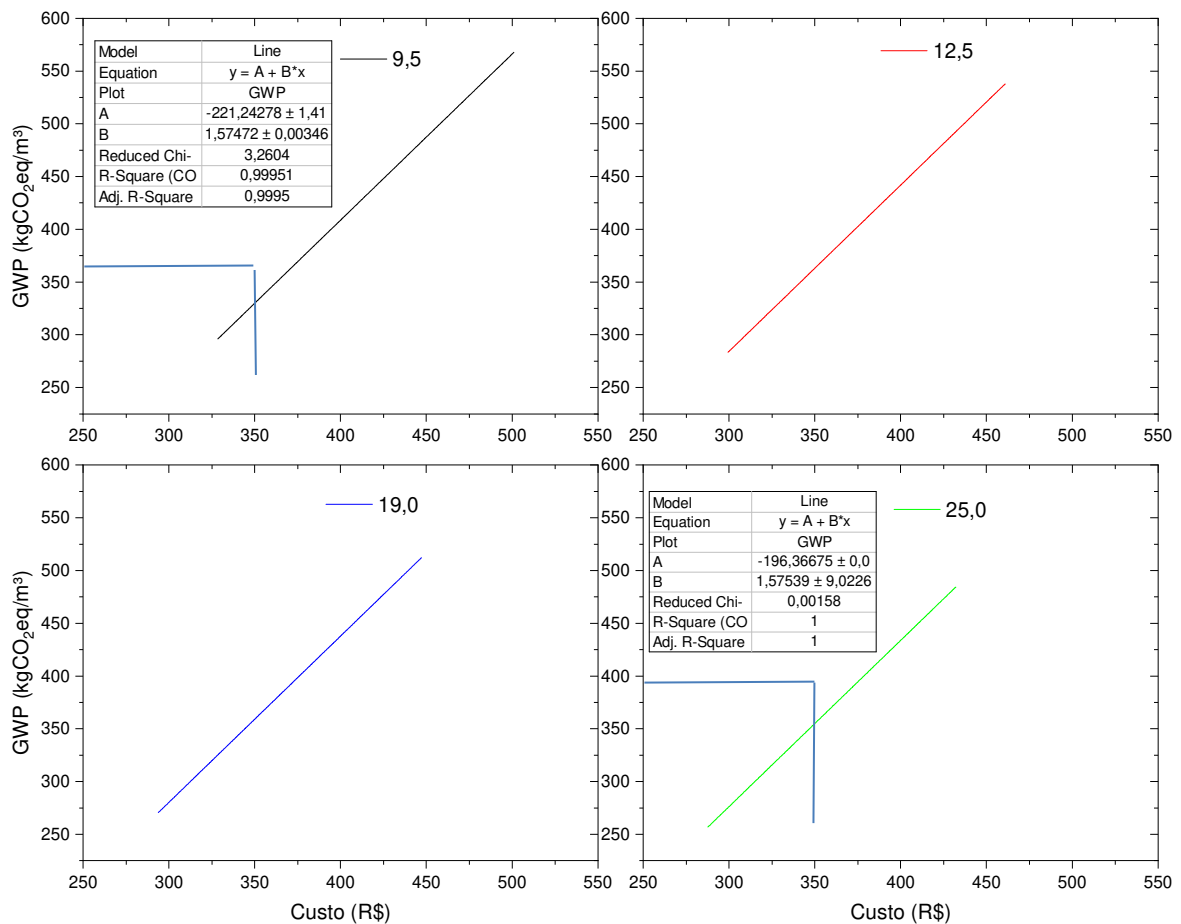
Fonte: Arquivo do Autor

4.1.11 Análise da Pegada de Carbono (GWP) em relação ao Custo

Quando analisamos a viabilidade da utilização de quaisquer materiais na engenharia, um dos principais fatores que levamos em consideração é a análise da viabilidade econômica. O custo grande parte das vezes é fator principal na utilização de uma tecnologia a ser empregada. Para tanto, foi elaborada uma análise econômica, de acordo com a Composição de Custo do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), onde foi empregado o custo por metro cúbico (R\$/m³) de concreto usinado, com as quantidades de materiais para cada dosagem.

Conforme a Figura 33, o custo foi correlacionado com a Pegada de Carbono, onde é observado que o custo é diretamente proporcional à Pegada de Carbono, isto ocorre de forma linear, contudo, o coeficiente angular de cada reta formada é diferente para cada granulometria empregada. Se fixarmos o custo, como por exemplo, em R\$ 350,00/m³, obtemos uma pegada de carbono (GWP), na granulometria de 9,50 mm na ordem de 329,91 kgCO₂eq/m³, enquanto que, ao tomarmos a granulometria de 25,0 mm teremos uma pegada de carbono (GWP) na ordem de 355,02 kgCO₂eq/m³, uma variação de 7,6 %.

Figura 33 – Pegada de Carbono (GWP) em relação ao Custo (R\$) por granulometria



Fonte: Arquivo do Autor

Como foi abordado, podemos correlacionar a pegada de carbono (GWP), a diversas variáveis relativas à dosagem de concretos. Contudo, tem que se evidenciar que os agregados e a água de amassamento, tem papel importante no computo deste parâmetro, embora a geração de CO₂eq/m³ agregada apenas à produção dos agregados seja pequena, quando comparado à produção de do cimento, as propriedades dos agregados atreladas aos processos de formulação da dosagem dos concretos, inferem numa grande variação da geração de CO₂eq/m³.

De modo a entender a importância numérica de cada variável envolvida no processo de dosagem, foi feita uma análise multivariada e as variáveis foram analisadas através de uma regressão linear múltipla.

4.2 Regressão Linear Múltipla das variáveis do Método do ACI com foco na Pegada de Carbono

Foi feita uma regressão linear múltipla, a qual teria como variável dependente a pegada de carbono, enquanto as demais variáveis seriam independentes. O custo foi retirado da análise da regressão linear múltipla, pois este além de depender de algumas variáveis de mercado, também depende das outras variáveis do estudo, no qual foi analisada através de um método gráfico que será abordado posteriormente.

Ao analisar a estatística da regressão linear múltipla obtida na Tabela 23, nota-se que o coeficiente de correlação (R múltiplo), entro o valor observado e o valor obtido pela equação é de 99,98 %. Também é observado que o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), o qual é a porcentagem de variação na resposta que é explicada pelo modelo, ajustada para o número de preditores do modelo em relação ao número de observações é de 99,96%, ou seja, as quatro variáveis obtidas para o modelo têm uma boa representatividade na resposta do resultado da pegada de carbono. Este fato também é corroborado quando analisamos o valor-P das mesmas, tendo em vista que o este é inferior a 5 % em todas as variáveis (Tabela 24).

Observa-se ainda que teremos um erro padrão de 1,6461 em média, dentro de um total de 416 observações do modelo. E quando analisado a análise de variância – ANOVA, na tabela 25, observa-se que o F de significação é inferior a 5%, o qual nos infere que há a regressão.

Tabela 23 – Estatística de regressão – ACI

R múltiplo	0,9998
R-Quadrado	0,9996
R-quadrado ajustado	0,9996
Erro padrão	1,6461
Observações	416

Fonte: Arquivo do Autor

Tabela 24 – Análise de variância – ANOVA – ACI

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	2504483,517	626120,879	231063,280	0
Resíduo	411	1113,702	2,701		
Total	415	2505597,219			

Fonte: Arquivo do Autor

Tabela 25 – Resultados da Regressão Linear Múltipla – ACI

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	-136,136	7,708	-17,661	2,389E-52	-151,288	-120,983	-151,288	-120,983
fc28	4,058	0,133	30,443	2,217E-107	3,796	4,320	3,796	4,320
a/tc	255,766	11,228	22,780	7,044E-75	233,696	277,837	233,696	277,837
m/tc	-6,634	0,444	-14,954	1,116E-40	-7,506	-5,762	-7,506	-5,762
tc	0,612	0,005	123,020	0,000E+00	0,602	0,621	0,602	0,621

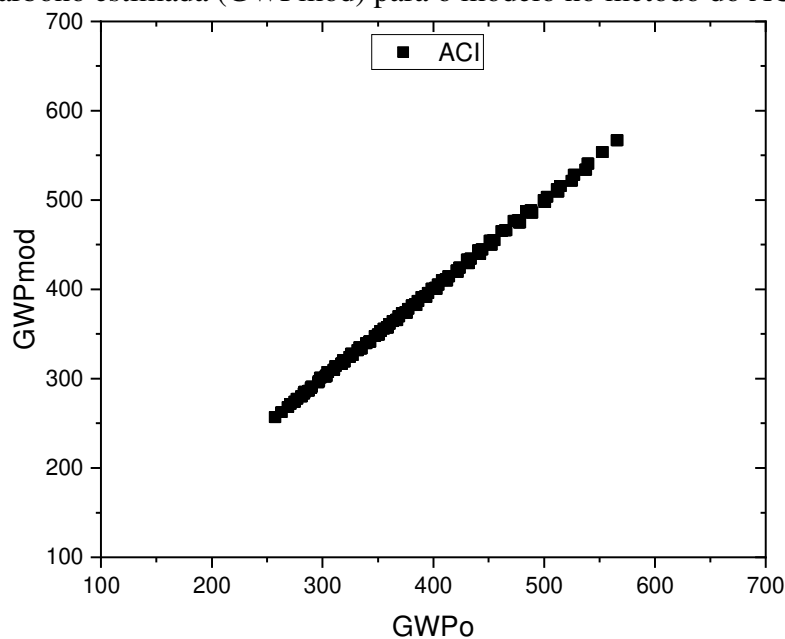
Fonte: Arquivo do Autor

Diante dos valores obtidos a partir da regressão linear múltipla, teremos a equação 18, a qual representa a pegada de carbono estimada para dosagens utilizando o método do ACI (GWP_{eACI}), quando obtidas as variáveis do estudo. Ao correlacionarmos os valores obtidos e valores estimados a partir da Equação 18, temos um erro absoluto médio da ordem de 0,32 %, conforme Apêndice C, pode ser observado graficamente a partir da Figura 34, a relação da pegada de carbono observada (GWP_o) com a pegada de carbono estimada (GWP_{mod}) para o modelo no método do ACI.

$$GWP_{mod_{ACI}} = -136,136 + 4,058 * fc28 + 255,766 * \frac{a}{tceq} - 6,634 * \frac{m}{tceq} + 0,612 * tceq$$

Equação 18

Figura 34 – Análise da pegada de carbono observada (GWP_o) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWP_{mod}) para o modelo no método do ACI.



Fonte: Arquivo do Autor

4.3 Validação do modelo com dados da literatura - Avaliação do impacto da natureza de materiais substitutivos ao clínquer de cimento Portland na pegada de carbono

De modo a entender a aplicabilidade do método e do modelo gerado para a equação 18, e avaliar o impacto da natureza de materiais substitutivos ao clínquer de cimento Portland, foi feita uma extensa revisão na literatura e optou-se pela utilização de 03 (três) trabalhos, os quais foram publicados em periódicos com bastante relevância, conforme tabela 26.

Tabela 26 – Trabalhos usados na validação do modelo – Dados da Literatura

Autores (Ano)	Título	Periódico
FAN; MILLER (2018)	Reducing greenhouse gas emissions for prescribed concrete compressive strength	Construction and Building Materials
MILLER et al. (2016a)	Concrete mixture proportioning for desired strength and reduced global warming potential	Construction and Building Materials
MILLER et al. (2016b)	Comparison indices for design and proportioning of concrete mixtures taking environmental impacts into account	Cement and Concrete Composites

Fonte: Arquivo do Autor

Nestes trabalhos, os autores fizeram uma compilação de diversos outros trabalhos, gerando uma grande quantidade de informação, para os mesmos, os autores também computaram a pegada de carbono, entretanto, estes dados foram regionalizados para a realidade brasileira, devido principalmente às características da matriz energética nacional, às quais inferem no computo da pegada de carbono.

Para que houvesse um melhor entendimento de como cada variável relativa ao aglomerante, os dados foram segmentados em 03 grupos:

1. Cimento – 51 projetos de dosagem;
2. Cimento + SCM (Materiais cimentícios suplementares) – 81 projetos de dosagem.
3. Cimento + Escória – 48 projetos de dosagem.

Este processo foi executado, devido os aglomerantes serem os dos principais produtos responsáveis pela geração de CO₂, tendo em vista que processos de moagem de materiais demandam uma grande quantidade de energia. Assim sendo, optou-se por separar para entender como cada mistura de aglomerante interfere no computo de carbono equivalente.

Da mesma forma como na tomada de decisão para escolha do método proposto, foi utilizada a regressão linear múltipla com os dados da Literatura.

4.3.1 Regressão Linear Múltipla das variáveis do Método Multicritério Proposto com foco na Pegada de Carbono – Dados da Literatura

Os resultados da estatística das regressões lineares múltiplas estão apresentados na Tabela 27, nesta observa-se que o coeficiente de correlação ajustado (R^2 ajustado), é superior a 91,24 % em todas as composições, vale salientar que na composição apenas com cimento obteve-se o melhor resultado que é de 98,26 %.

Tabela 27 – Estatística de regressão – Método Proposto – Dados da Literatura – Cimento

Aglomerante	Cimento	Cimento + SCM	Cimento + Escória
R múltiplo	0,9919	0,9841	0,9591
R-Quadrado	0,9840	0,9684	0,9199
R-quadrado ajustado	0,9826	0,9667	0,9124
Erro padrão	10,6425	12,1816	24,3210
Observações	51	81	48

Fonte: Arquivo do Autor

Quando executado a análise de variância – ANOVA como observado na tabela 28, para todas as composições o F de significação é inferior a 5%, demonstrando que há a regressão em todas as composições estudadas, da mesma forma como estudado na utilização do Método do ACI 211.

Tabela 28 – Análise de variância – ANOVA – Método Proposto – Dados da Literatura

Cimento					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	319612,919	79903,230	705,461	1,24E-40
Resíduo	46	5210,134	113,264		
Total	50	324823,053			
Cimento + SCM					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	345360,109	86340,027	581,836	3,78E-56
Resíduo	76	11277,812	148,392		
Total	80	356637,921			
Cimento + Escória					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	291988,863	72997,216	123,408	5,61E-23
Resíduo	43	25435,020	591,512		
Total	47	317423,883			

Fonte: Arquivo do Autor

Ao analisarmos os resultados da regressão linear múltipla, na tabela 29, verifica-se que o valor-P é inferior a 5% em quase todas as variáveis e composições estudadas, analisando de forma conjunta os resultados da estatística da regressão, a análise de variância e os resultados da regressão, verifica-se que as quatro variáveis obtidas para o modelo têm uma boa representatividade na resposta do resultado da pegada de carbono. Desta forma são apresenta as equações 19, 20 e 21 com seus respectivos coeficientes os quais exigem de forma estimada os valores da pegada de carbono para as misturas de cimento, cimento+SCM e cimento+escória, respectivamente.

Tabela 29 – Resultados da Regressão Linear Múltipla – Método Proposto – Dados da Literatura

Cimento								
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	-66,239	34,293	-1,932	0,060	-135,267	2,790	-135,267	2,790
fc28	0,481	0,184	2,620	0,012	0,111	0,851	0,111	0,851
a/tc	-2,627	18,118	-0,145	0,885	-39,097	33,842	-39,097	33,842
m/tc	7,770	2,938	2,645	0,011	1,856	13,683	1,856	13,683
tc	0,899	0,051	17,565	4,99E-22	0,796	1,003	0,796	1,003

Cimento + SCM								
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	84,907	12,320	6,892	1,40E-09	60,371	109,444	60,371	109,444
fc28	1,689	0,160	10,584	1,32E-16	1,371	2,007	1,371	2,007
a/tceq	28,030	12,718	2,204	0,031	2,699	53,361	2,699	53,361
m/tceq	-2,817	1,640	-1,717	0,090	-6,084	0,450	-6,084	0,450
tceq	0,327	0,034	9,710	5,90E-15	0,260	0,395	0,260	0,395

Cimento + Escória								
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	-645,545	91,947	-7,021	1,20E-08	-830,974	-460,117	-830,974	-460,117
fc28	4,285	0,510	8,397	1,31E-10	3,256	5,314	3,256	5,314
a/tceq	359,674	64,168	5,605	1,37E-06	230,267	489,081	230,267	489,081
m/tceq	19,645	8,130	2,416	0,020	3,250	36,040	3,250	36,040
tceq	1,039	0,123	8,466	1,05E-10	0,792	1,287	0,792	1,287

Fonte: Arquivo do Autor

$$GWPmod_{Cimento} = -66,239 + 0,481 * fc28 - 2,627 * \frac{a}{tceq} + 7,770 * \frac{m}{tceq} + 0,899 * tceq$$

Equação 19

$$GWPmod_{Cimento+SCM} = 84,907 + 1,689 * fc28 + 28,030 * \frac{a}{tceq} - 2,817 * \frac{m}{tceq} + 0,327 * tceq$$

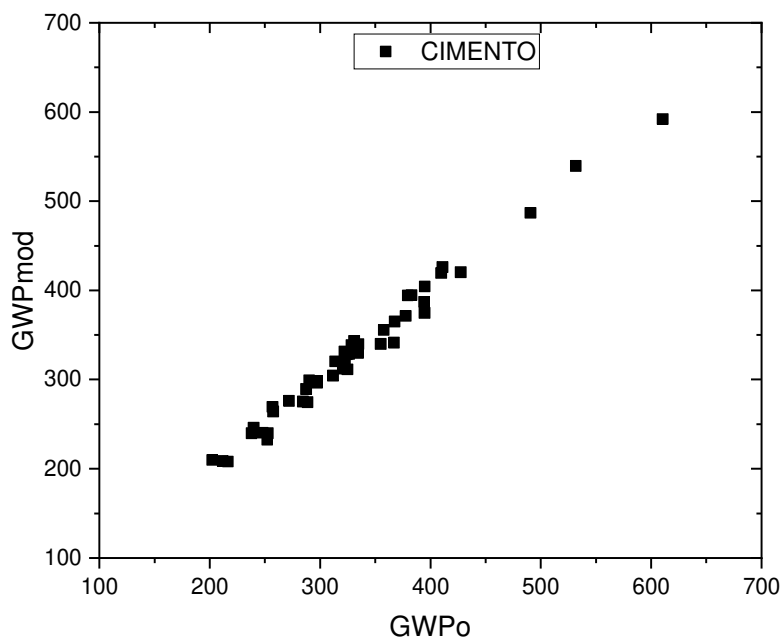
Equação 20

$$GWPmod_{Cimento+Escória} = -645,545 + 4,285 * fc28 + 359,674 * \frac{a}{tceq} + 19,645 * \frac{m}{tceq} + 1,039 * tceq$$

Equação 21

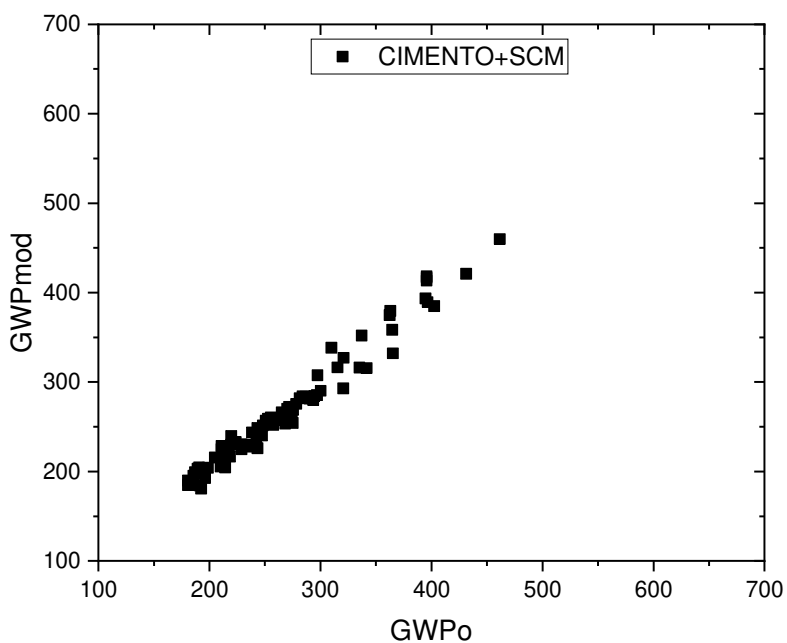
As figuras 35, 36 e 37 apresentam as curvas de tendência com a utilização das equações 19, 20 e 21, onde é observada a correlação entre a pegada de carbono observada e a pegada de carbono estimada a partir do modelo proposto. É notada uma tendência linear em todas as composições estudadas para os dados obtidos na literatura.

Figura 35 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo proposto com dados da literatura - Cimento.



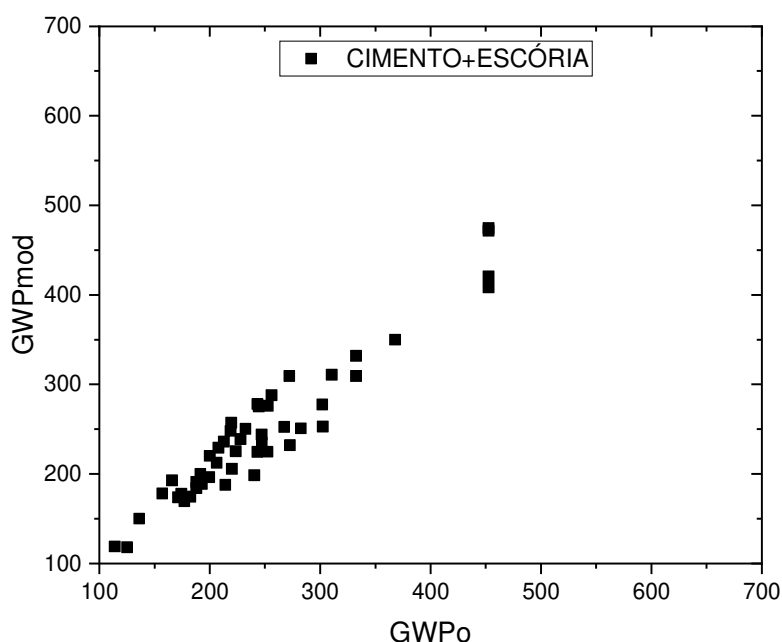
Fonte: Arquivo do Autor

Figura 36 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo proposto com dados da literatura – Cimento+SCM



Fonte: Arquivo do Autor

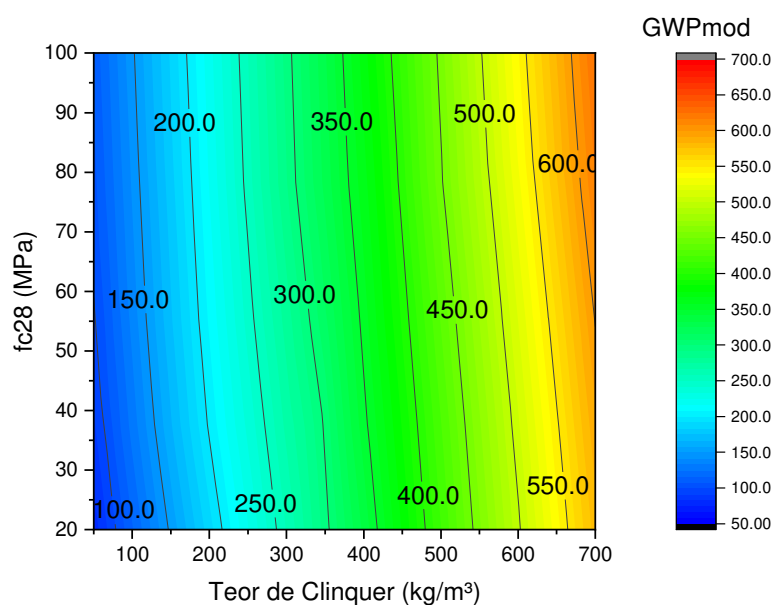
Figura 37 – Análise da pegada de carbono observada (GWPo) relacionada com a pegada de carbono estimada (GWPmod) para o modelo proposto com dados da literatura – Cimento+Escória



Fonte: Arquivo do Autor

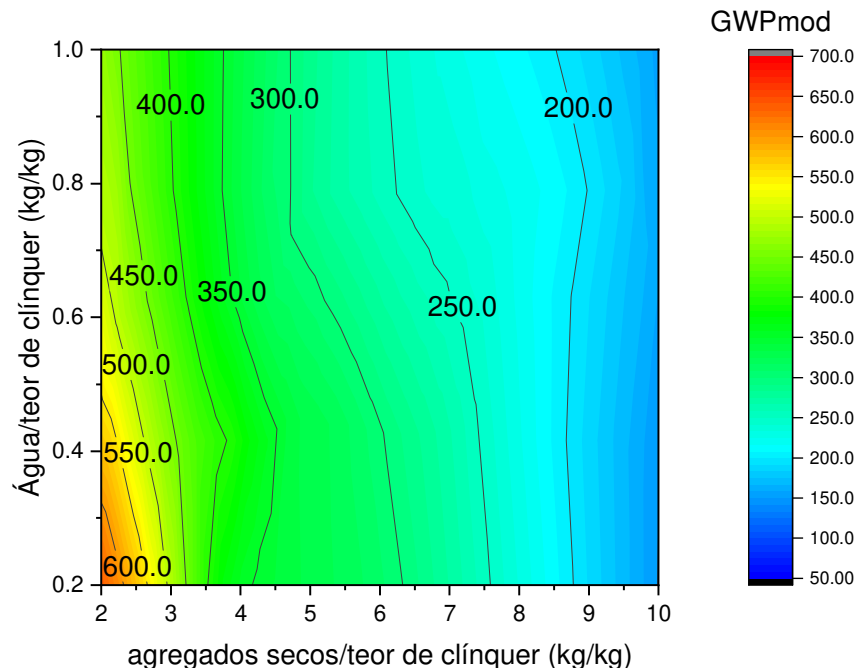
Foram gerados ábacos nas figuras 38 à 46, para auxiliar na análise da correlação entre as variáveis, estas sevem para que o tecnologista de concreto visualize de forma gráfica as regiões que possam dar uma previsão de misturas de concreto mais sustentáveis. Contudo como todo processo de dosagem de concreto, é necessário a experimentação dos dados obtidos, para validação dos resultados encontrados.

Figura 38 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) com a resistência característica aos 28 dias (f_{c28}) e o teor de clínquer (tc) – Cimento



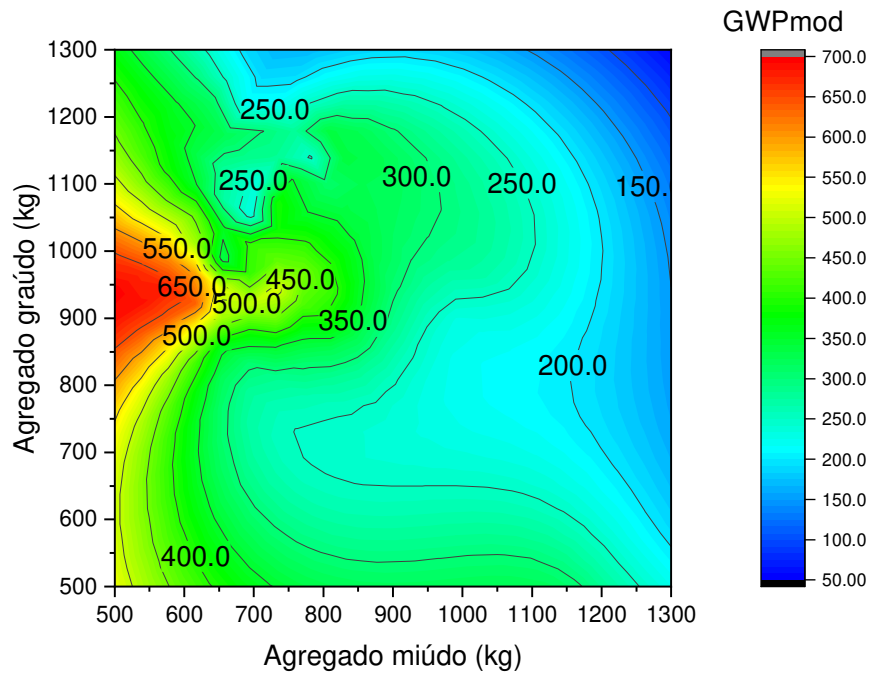
Fonte: Arquivo do Autor

Figura 39 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações água/teor de clínquer (a/tc) e agregados secos/teor de clínquer (m/tc) – Cimento



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 40 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações de agregados graúdos e miúdos – Cimento



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 41 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) com a resistência característica aos 28 dias (f_{c28}) e o teor de clínquer equivalente (tceq) – Cimento+SCM

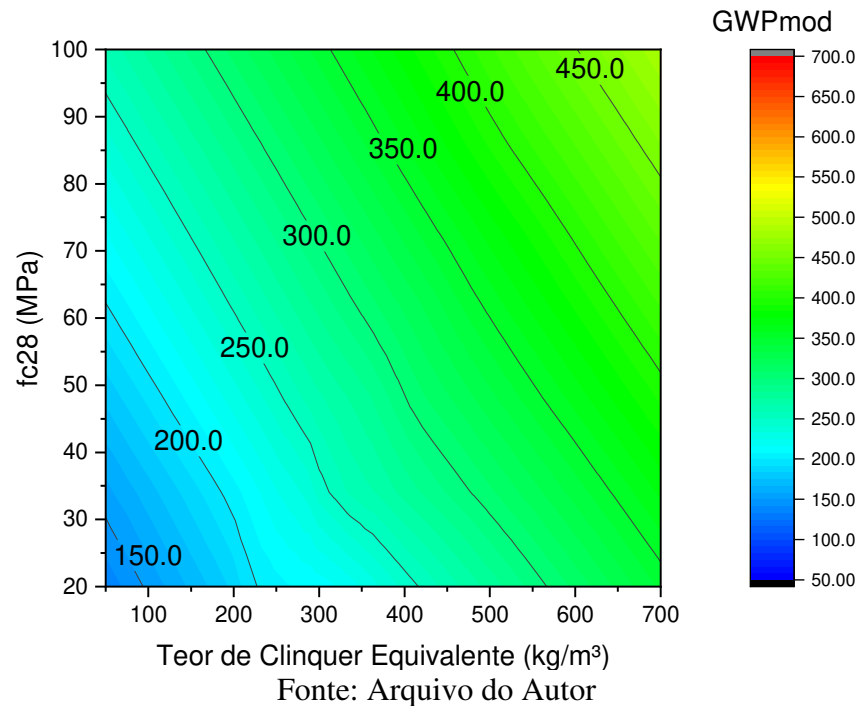


Figura 42 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações água/teor de clínquer equivalente ($a/tceq$) e agregados secos/teor de clínquer equivalente ($m/tceq$) – Cimento+SCM

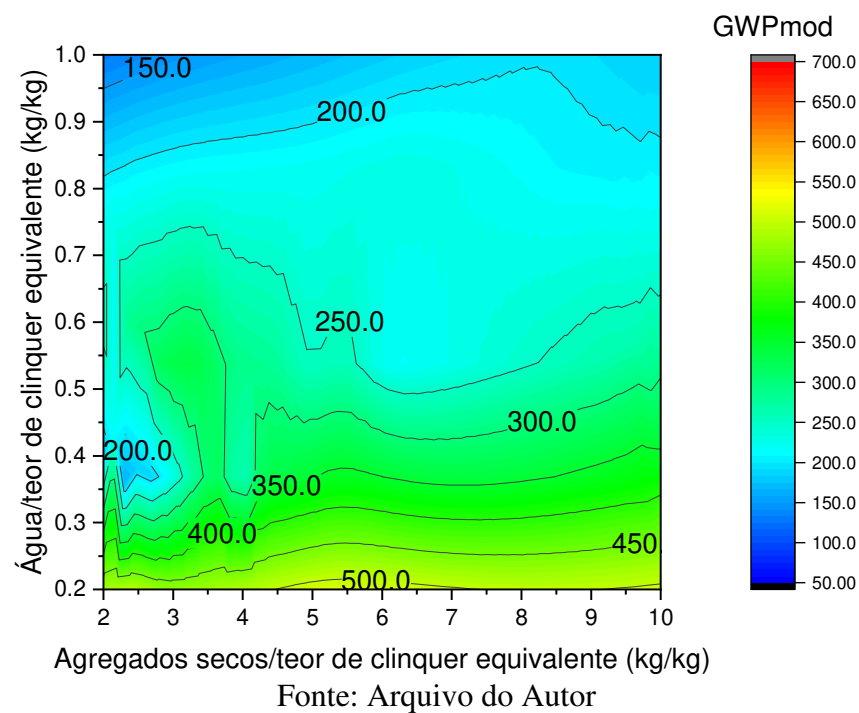
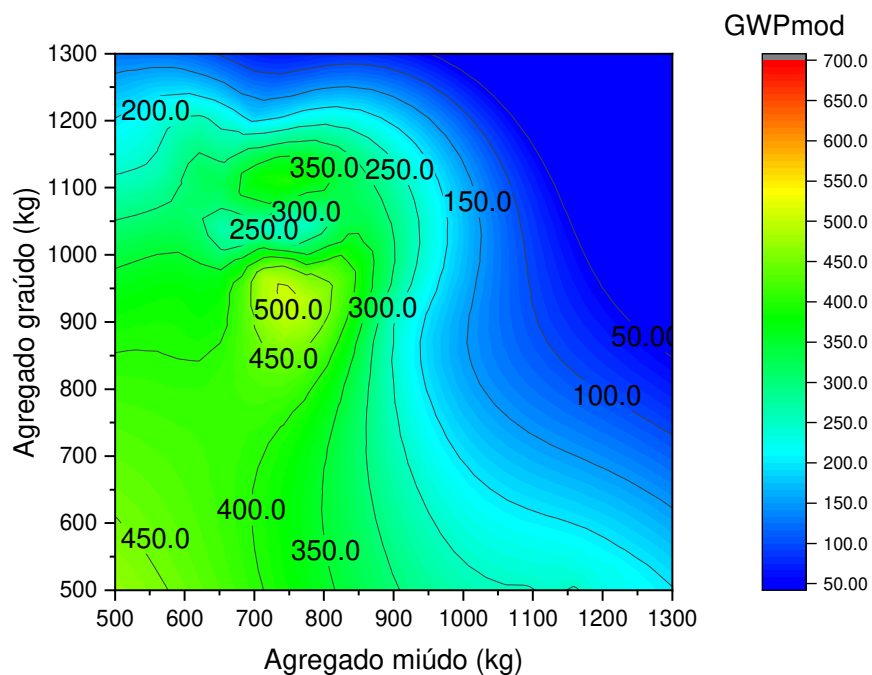
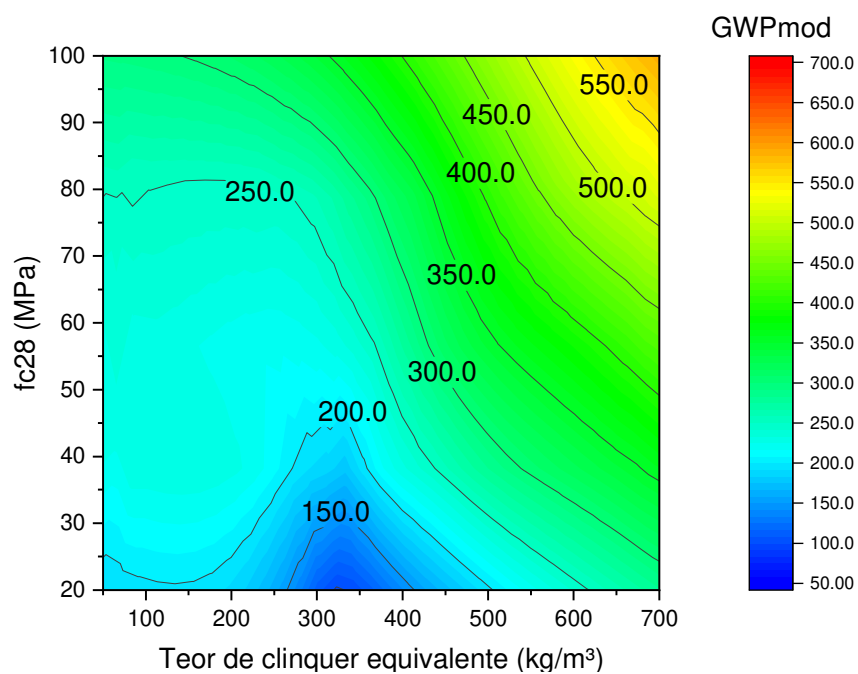


Figura 43 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações de agregados graúdos e miúdos – Cimento+SCM



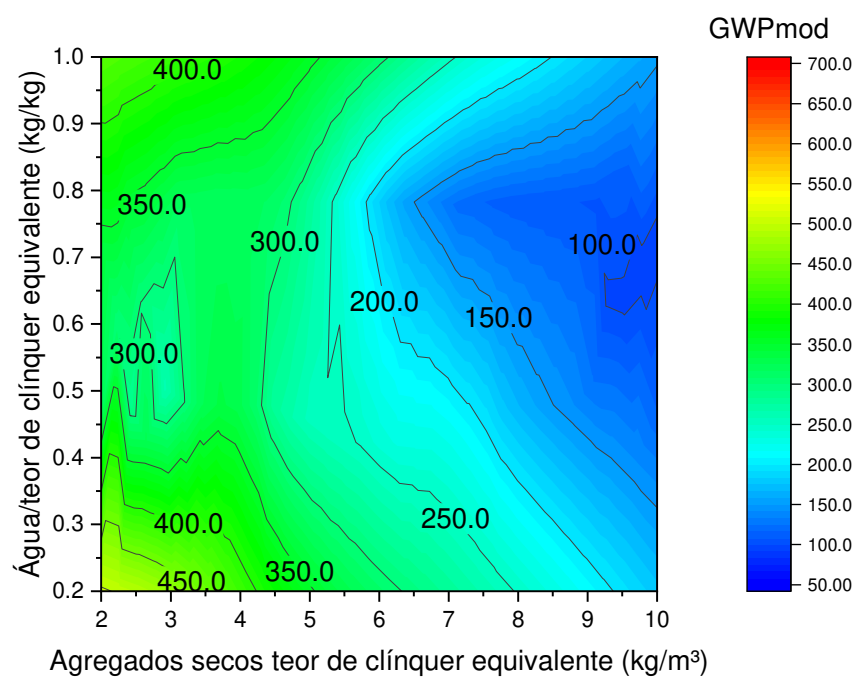
Fonte: Arquivo do Autor

Figura 44 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) com a resistência característica aos 28 dias (f_{c28}) e o teor de clínquer equivalente (tceq) – Cimento+escória



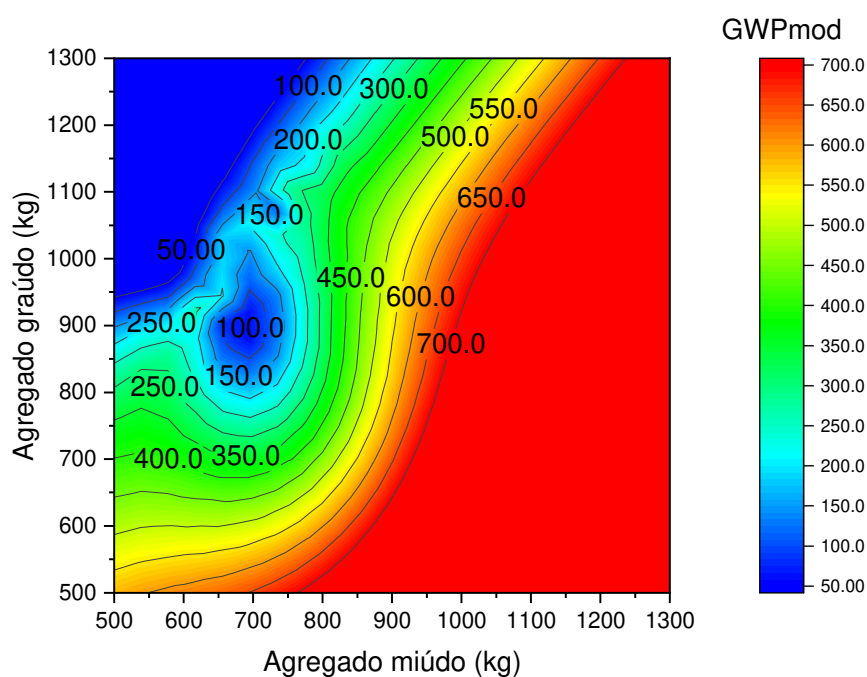
Fonte: Arquivo do Autor

Figura 45 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações água/teor de clínquer equivalente (a/tceq) e agregados secos/teor de clínquer equivalente (m/tceq) – Cimento+escória



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 46 – Correlação da pegada de carbono estimada (GWPmod) as relações de agregados graúdos e miúdos – Cimento+escória



Fonte: Arquivo do Autor

4.4 Aplicação do Método Proposto com foco na Pegada de Carbono

A partir das equações obtidas após as etapas de calibração e validação, foram feitas análises com dados cedidos por uma empresa de consultoria com abrangência nacional, dados estes de projetos de dosagem de obras executadas, onde foram analisados 10 projetos de dosagem contendo apenas como aglomerante o cimento e, outros 10 projetos de dosagem contendo como aglomerante cimento e outro material cimentício suplementar, que neste caso, foi a sílica ativa.

Além destes, foram dosados mais 04 (quatro) outras misturas que foram moldadas e analisadas com foco na pegada de carbono, podem ser observadas na tabela 30, a aplicação da equação 19, onde os projetos de dosagem contêm apenas como aglomerante o cimento, neste caso, o erro absoluto médio foi de apenas 1,52 %. Os consumos dos materiais referentes a estas misturas encontram-se no Apêndice H.

Tabela 30 – Aplicação do método com dados reais - Cimento

Dados – Equação 19							
Mistura	X1	X2	X3	X4	Yobs	Yest	Erro
	fc28	a/tc	m/tc	tc	GWPo	GWPmod	(%)
Tecomat - 01	37,55	0,58	6,00	331,97	292,72	295,54	0,96
Tecomat - 02	46,35	0,49	4,14	434,72	372,58	377,98	1,45
Tecomat - 03	47,50	0,56	6,55	324,06	289,67	297,52	2,71
Tecomat - 04	26,50	0,66	5,49	345,80	305,81	298,44	-2,41
Tecomat - 05	28,20	0,80	6,27	287,51	257,76	252,56	-2,02
Tecomat - 06	43,60	0,47	4,29	425,83	366,30	369,82	0,96
Tecomat - 07	36,50	0,58	5,44	348,76	306,16	305,74	-0,14
Tecomat - 08	43,20	0,47	4,43	416,94	359,44	362,72	0,91
Tecomat - 09	50,40	0,57	6,05	335,92	297,81	305,65	2,63
Tecomat - 10	36,80	0,58	5,61	340,86	300,03	300,13	0,03
Dosagem experimental - 01	32,16	0,53	2,84	511,14	419,57	429,69	2,41
Dosagem experimental - 02	35,05	0,53	3,89	423,34	354,00	360,28	1,78
Dosagem experimental - 03	32,35	0,53	4,95	361,28	307,65	311,34	1,20
Dosagem experimental - 04	37,88	0,53	4,95	361,28	308,96	314,00	1,63
Erro absoluto médio							1,52

Fonte: Arquivo do Autor

Quando aplicada a equação 20, observada na tabela 31, onde os projetos de dosagem contêm material cimentício suplementar, composto por sílica ativa, obteve-se um erro absoluto médio de 7,19 % um pouco superior ao registrado na utilização da equação 19, quando na mistura contêm como aglomerante apenas o cimento.

Tabela 31 – Aplicação do método com dados reais – Cimento+SCM

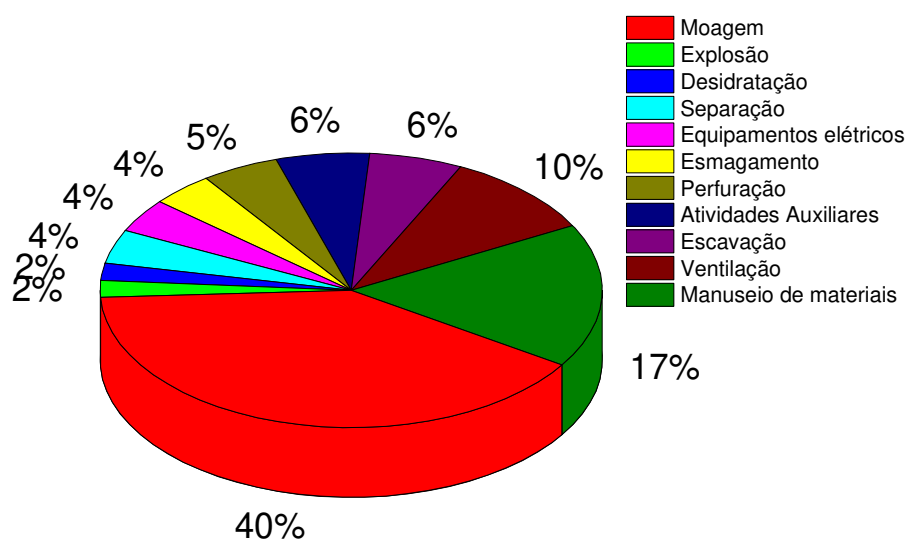
Dados – Equação 20							
Mistura	X1	X2	X3	X4	Yobs	Yest	Erro
	fc28	a/tc	m/tc	tc	GWPo	GWPmod	(%)
Tecomat SF - 01	46,60	0,46	5,62	431,05	341,47	301,79	-11,62
Tecomat SF - 02	45,50	0,54	8,24	336,96	240,14	263,94	9,91
Tecomat SF - 03	44,75	0,51	6,17	377,77	288,48	280,99	-2,60
Tecomat SF - 04	45,45	0,50	6,39	387,75	310,75	284,54	-8,43
Tecomat SF - 05	45,25	0,49	6,87	391,57	295,66	284,05	-3,93
Tecomat SF - 06	53,70	0,48	4,58	470,87	344,97	330,46	-4,21
Tecomat SF - 07	52,90	0,47	6,41	385,15	288,7	295,48	2,35
Tecomat SF - 08	48,10	0,54	8,24	336,96	238,9	268,33	12,32
Tecomat SF - 09	55,30	0,42	6,61	428,69	282,6	311,89	10,36
Tecomat SF - 10	38,60	0,59	8,24	336,96	238,91	253,75	6,21
Erro absoluto médio							7,19

Fonte: Arquivo do Autor

4.5 Energia de Cominuição e a Pegada de Carbono

Aproximadamente 2/3 de uma mistura de concreto é composta por agregados, para o processamento destes é necessária uma quantidade significativa de energia. Uma grande proporção desta energia é consumida pela cominuição, a qual é a redução progressiva no tamanho do minério que engloba processos de britagem e moagem, contudo a natureza dos materiais envolvidos pode inferir numa demanda ainda maior da quantidade de energia. A Figura 47 demonstra a energia de cominuição de partículas para cada atividade envolvida no processamento de partículas minerais.

Figura 47 – Energia de cominuição de partículas por atividade de processamento mineral



Adaptado de Martins (2020)

Devido à grande pegada de energia associada ao processo, a capacidade de determinar a energia necessária para quebrar as partículas é sumo de interesse no estudo de dosagens de concreto quando correlacionado à pegada de carbono, pois permite avaliações de projeto, avaliação de eficiência do processo. Uma das maneiras de se estimar os requisitos de energia é o uso de modelos tamanho-energia, neste caso, foi utilizada a equação de Bond para determinar a energia de cominuição necessária para diversos tipos de rochas, as quais são utilizadas nos projetos de mistura de concreto, para tanto, foram tomados o índice de trabalho por natureza de rocha e tamanhos usuais de partículas, geralmente utilizados para dimensionamento de britadores e moinhos, estes dados foram obtidos no manual METSO (2021). Os mesmos podem ser observados na Tabela 32.

Tabela 32 – Energia de cominuição de rochas usadas e dosagens de concreto

Tipo	W (KWh/t)	Wi (kWh/sh.t)	P (μm)	F (μm)	Relação W/W_{granito}
Basalto	1,5	20,0	12000	400000	1,25
Diabásio	1,4	19,0	12000	400000	1,19
Granito	1,2	16,0	12000	400000	1,00
Gneiss	1,2	16,0	12000	400000	1,00
Calcário	0,9	12,0	12000	400000	0,75
Arenito	0,8	10,0	12000	400000	0,63

Fonte: Arquivo do Autor

Onde:

W é a energia de cominuição;

Wi é o Índice de trabalho;

P ou P_{80} corresponde a 80 % do material passante no produto;

F ou F_{80} corresponde a 80 % do material passante na alimentação;

Relação $W/W_{granito}$ é a relação da energia de cominuição das rochas dividida pela energia de cominuição do granito.

Tendo em vista que os processos de moagem e esmagamento ou britagem, correspondem a somados 44 % da energia total de cominuição de partículas, conforme Figura 60, e a relação de $W/W_{granito}$ para determinados tipos de rocha, como por exemplo o Basalto que tem 1,25 e o Arenito com 0,63, ou seja 98 % de diferença, sem levar em consideração a resistência destes materiais, observa-se a necessidade de estudo mais aprofundado de modelos que levem em consideração estes parâmetros no computo da pegada de carbono associado à dosagem de concretos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que a pegada de carbono é bastante influenciada pelas características dos componentes, o efeito do tamanho das partículas infere diretamente no consumo de cimento e consequentemente, na taxa de geração de CO₂. A análise feita utilizando o método do ACI demonstrou que há grandes variações nestas taxas. Bem como o efeito do empacotamento foi observado na mudança de granulometria das partículas.

A natureza de materiais substitutivos ao clínquer de cimento Portland, também foi evidenciada, e demonstrou uma correlação nos dados observados e os estimados com a utilização da regressão linear múltipla, onde a mesma demonstrou ser uma ferramenta útil na formulação das equações propostas.

Observou-se também que há um teor tido como ótimo quando relacionamos a água/teor de clínquer em relação à pegada de carbono, o qual foi obtido como sendo de 0,41, fato este que também foi evidenciado nos estudos de Powers, entretanto nos estudos do mesmo analisava os mecanismos de hidratação do clínquer.

A proposta de modelo de análise encontrou certas tendências com relação aos parâmetros analisados. As equações apresentadas, servem como um norteador de um método de previsão da geração de CO₂, no que concerne a elaboração de projetos de dosagem de concreto. É fato que na tecnologia de dosagem, muitos são os parâmetros que podem ser modificados para almejar certas características, referentes às propriedades do concreto em seu estado fresco ou endurecido. Contudo, os parâmetros adotados nas equações são bastante utilizados nos principais métodos de dosagem.

Observou-se que o erro absoluto médio entre a pegada de carbono observada e estimada nas dosagens teóricas, utilizando o método do ACI é bastante pequeno na ordem de 0,32 %, e este erro aumentou com a introdução de outros materiais, quando da utilização de dados obtidos na literatura, onde o erro nas amostras contendo apenas cimento foi de 2,71 %, para amostras contendo cimento e materiais cimentícios suplementares foi de 3,53 %, para amostras contendo cimento e escória passou para 7,69 %. Quando analisados dados de projetos de dosagem reais, o erro absoluto médio foi da ordem de 1,52 para amostras apenas com cimento e, para amostras contendo cimento e sílica ativa passou para 7,19 %.

De modo a ter uma melhor operacionalização, a partir do modelo gerado, foram obtidos ábacos de dosagem, com relação à cada composição de materiais e de aglomerantes estudados. Desta forma, o modelo apresentou-se como sendo uma potencial metodologia integradora de múltiplos critérios, visando atender simultaneamente a parâmetros tecnológicos, de desempenho e ambientais. É fato que, necessitariam de mais estudos experimentais para uma melhor aceitação da proposta apresentada.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Embora tenham sido analisadas diversas composições de materiais, é necessário ainda que sejam estudadas composições com mesclas de agregados, nas quais favorecem o efeito de empacotamento de misturas granulares, bem como avaliar o efeito destas composições em parâmetros relativos à pegada de Carbono, com vistas à sustentabilidade na metodologia de dosagem de concretos estruturais.

A energia de cominuição, embora apresentada neste estudo, também deve ser analisada com agregados de diferentes naturezas, pois a literatura apresenta valores distintos, que podem servir como balizadores em futuros estudos na análise da pegada de carbono com foco na tecnologia de dosagem de concretos.

O estudo da tecnologia de concretos como já foi apresentado durante este trabalho, deve ser orientado de modo a encontrar metodologias e métodos mais sustentáveis, os materiais utilizados na atualidade tem evoluído, principalmente quando tratamos de aditivos e adições, bem como na composição dos aglomerantes e materiais substitutivos ao clínquer de cimento Portland.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ISO - 14.040. **Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro - RJ: [s. n.], 2014.
- ABNT NBR - 7.211. **Agregados para concreto - Especificação** ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro - RJ - Brasil: [s. n.], 2009. p. 9.
- ABNT NBR 12.655. **Concreto de cimento Portland-Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ: [s. n.], 2015. Disponível em: www.abnt.org.br.
- AÏTCIN, Pierre-Claude. Cements of yesterday and today. **Cement and Concrete Research**, [s. l.], v. 30, n. 9, p. 1349–1359, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00365-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00365-3)
- ANDREASEN, A.H.M.; ANDERSEN, J. Über die Beziehung zwischen Kornabstufung und Zwischenraum in Produkten aus losen Körnern (mit einigen Experimenten). **Colloid & Polymer Science**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 217-228, 1930.
- BAMPANIS, Ioannis; VASILATOS, Charalampos. Recycling Concrete to Aggregates. Implications on CO2 Footprint. [s. l.], p. 28, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/materproc2023015028>
- BOGGIO, Aldo J. **Estudo Comparativo de Métodos de Dosagem de Concretos de Cimento Portland**. 182 f. 2000. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2000.
- BRASIL - IPEA. **Brasil deve cumprir meta voluntária de redução das emissões de CO2 em 2020**. [S. l.], 2019. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=35104&catid=10&Itemid=9. Acesso em: 13 dez. 2020.
- BUENO, Cristiane; ROSSIGNOLO, João Adriano. A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de Sistemas Construtivos. In: SCIENZA, Editora (org.). **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: Materiais e Sustentabilidade**. [S. l.: s. n.], 2016. p. 339–412. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/978-85-5953-005-6.2016c012>
- CARVER, Stephen J. International journal of geographical information systems Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems geographical information systems. **International journal of geographical information systems**, [s. l.],

v. 5, n. 3, p. 321–339, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02693799108927858>

CASTRO, A. L. de; PANDOLFELLI, V. C. Revisão: conceitos de dispersão e empacotamento de partículas para a produção de concretos especiais aplicados na construção civil. **Cerâmica**, [s. l.], 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0366-69132009000100003>

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil**. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 8 dez. 2020.

COLLIVIGNARELLI, Maria Cristina *et al.* The production of sustainable concrete with the use of alternative aggregates: A review. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 12, n. 19, p. 1–34, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/SU12197903>

CURTI, Rubens. **Dosagem do concreto pelo Método ABCPPalestra - Concrete Show**. São Paulo - SP: [s. n.], 2020.

DAMINELI, B. L. *et al.* Influence of packing and dispersion of particles on the cement content of concretes. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 998–1024, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1983-41952017000500004>

DAMINELI, Bruno L. *et al.* Measuring the eco-efficiency of cement use. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 32, n. 8, p. 555–562, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.07.009>

DE BRITO, Jorge; POON, Chi Sun; ZHAN, Baojian. **Special issue: New trends in recycled aggregate concrete**. [S. l.: s. n.], 2019. ISSN 20763417.v. 9 Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app9112324>

DE LARRARD, F.; BELLOC, A. Particle Packing Theories and Their Application in Concrete Mix Design for Sustainability. **Cement and Concrete Research**, [s. l.], v. 108, p. 244–255, 2018.

DE LARRARD, Francois. **Concrete mixture proportioning: A scientific approach**. [S. l.: s. n.], 1999. ISSN 1098-6596.v. 9 Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

DUDGEON, R. *et al.* Beneficiation – Comminution. *In*: Australia: Lycopodium, 2010.

FAN, Chao; MILLER, Sabbie A. Reducing greenhouse gas emissions for prescribed concrete compressive strength. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 167, p. 918–928, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.092>

FENNIS, S.A.A.M. **Design of Ecological Concrete by Particle Packing Optimization**. 20110 f. 2011. - Civil Engineering and Geosciences, [s. l.], 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/254906850_Design_of_ecological_concrete_by_particle_packing_optimization

FLATT, Robert J.; ROUSSEL, Nicolas; CHEESEMAN, Christopher R. Concrete: An eco material that needs to be improved. **Journal of the European Ceramic Society**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 2787–2798, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2011.11.012>

FULLER, W. B.; THOMPSON, S. E. The laws of proportioning concrete. **Asian Journal Of Civil Engineering Transport**, [s. l.], v. 59, p. 67–143, 1907.

FUNK, James E.; DINGER, Dennis R. **Predictive Process Control of Crowded Particulate Suspensions**. New York: [s. n.], 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3118-0>

FURNAS, C.C. Grading Aggregates; Mathematical Relations for Beds of Broken Solids of Maximum Density. **Industrial and Engineering Chemistry**, [s. l.], v. 23, n. 9, p. 1052-1058, 1931.

GRAZIA, Mayra T De *et al.* Investigation of the use of continuous particle packing models (PPMs) on the fresh and hardened properties of low-cement concrete (LCC) systems. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 195, p. 524–536, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.051>

HABERT, G. *et al.* Cement production technology improvement compared to factor 4 objectives. **Cement and Concrete Research**, [s. l.], v. 40, n. 5, p. 820–826, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2009.09.031>

HABERT, G. *et al.* Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries. **Nature Reviews Earth & Environment**, [s. l.], v. 1, n. 11, p. 559–573, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0093-3>

IEA. **Technology Roadmap for Cement** International Energy Agency,. Paris - FR: [s. n.], 2018.

JALAL, Mostafa *et al.* Comparative study on effects of Class F fly ash , nano silica and silica fume on properties of high performance self compacting concrete. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 94, p. 90–104, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.001>

JIMÉNEZ, Luis F.; DOMÍNGUEZ, José A.; VEGA-AZAMAR, Ricardo Enrique. Carbon footprint of recycled aggregate concrete. **Advances in Civil Engineering**, [s. l.], v. 2018, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/7949741>

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; AGOPYAN, V. Critérios de sustentabilidade para seleção de materiais e componentes – uma perspectiva de sustentabilidade para países em desenvolvimento. **Journal of Building Environment**, [s. l.], 2006.

JOHN, Vanderley Moacyr *et al.* Proposta de método prático para avaliar o desempenho ambiental no ciclo de vida da construção. **CONCRETO & Construções**, [s. l.], v. ,XLVIII, n. 100, p. 48–56, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/1809-7197.2020.100.0002>

KNOERI, Christof; SANYÉ-MENGUAL, Esther; ALTHAUS, Hans Joerg. Comparative LCA of recycled and conventional concrete for structural applications. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 909–918, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0544-2>

KUMAR, Senthil V.; SANTHANAM, Manu. Particle packing theories and their application in concrete mixture proportioning: A review. **Indian Concrete Journal**, [s. l.], v. 77, n. 9, p. 1324–1331, 2003.

KURDA, Rawaz; DE BRITO, Jorge; SILVESTRE, José D. CONCRET^op - A multi-criteria decision method for concrete optimization. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 74, n. November 2018, p. 73–85, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.10.006>

LONDERO, C. *et al.* Determinação da densidade de empacotamento de sistemas granulares compostos a partir da areia normal do IPT: comparação entre modelos de otimização de distribuição granulométrica e composições aleatórias. **Cerâmica**, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0366-69132017633652018>

LOPES, Hebert Medeiros Torres. **Aplicação do conceito de empacotamento de partículas na otimização de dosagem de concretos de cimento Portland**. 174 f. 2019. - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS, [s. l.], 2019.

MARINKOVIĆ, S.; RADONJANIN, V.; MALEŠEV, M. Environmental Implications of Aggregate Size in Concrete Production. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 32, n. 9, p. 605–610, 2010.

MARTINS, Sudarshan. Size-energy relationship exponents in comminution. **Minerals Engineering**, [s. l.], v. 149, n. January, p. 106259, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106259>

MEHTA, P.K. AND MONTEIRO, P.J.M. Aggregate Size and Composition in Concrete: Impact on Performance and Sustainability. **Journal of Materials in Civil Engineering**, [s. l.], v. 34, n. 5, 2022.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto - Microestrutura, propriedades e materiais**. 3ª Ediçãoed. Rio de Janeiro - RJ: [s. n.], 2008.

METSO. **Basics in Minerals Processing Edition 12 Basics in Minerals Processing Contents**. Metso Outotec. Helsinki - Finland: Metso:Outotec, 2021. *E-book*.

MILLER, Sabbie A. *et al.* Carbon dioxide reduction potential in the global cement industry by 2050. **Cement and Concrete Research**, [s. l.], v. 114, n. November 2016, p. 115–124, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.08.026>

MILLER, Sabbie A *et al.* Comparison indices for design and proportioning of concrete mixtures taking environmental impacts into account. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 68, p. 131–143, 2016a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.02.002>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MILLER, Sabbie A *et al.* Concrete mixture proportioning for desired strength and reduced global warming potential. **Construction and Building Materials**, [s. l.], 2016b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.081>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MONTEIRO, Paulo J.M.; MILLER, Sabbie A.; HORVATH, Arpad. Towards sustainable concrete. **Nature Materials**, [s. l.], v. 16, n. 7, p. 698–699, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nmat4930>

MÜLLER, Harald S; HAIST, Michael; VOGEL, Michael. Assessment of the sustainability potential of concrete and concrete structures considering their environmental impact, performance and lifetime. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 67, p. 321–337, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.039>. Acesso em: 22 ago. 2019.

OLIVEIRA, Lidiane Santana; PACCA, Sérgio Almeida; JOHN, Vanderley Moacyr. Variability in the life cycle of concrete block CO2 emissions and cumulative energy demand in the Brazilian Market. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 114, p.

588–594, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.134>. Acesso em: 23 out. 2019.

ONU-BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 13 dez. 2020.

ONU. **United nations general assemblyAssembléia Geral - A/RES/70/1**. New York: [s. n.], 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1163/157180910X12665776638740>.

POWERS, T. C. **The Properties of Fresh Concrete**. [S. l.: s. n.], 1968.

PRADHAN, Subhasis *et al.* Comparative LCA of recycled and natural aggregate concrete using Particle Packing Method and conventional method of design mix. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 228, p. 679–691, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.04.328>. Acesso em: 2 set. 2019.

PRADHAN, Subhasis; KUMAR, Shailendra; BARAI, Sudhirkumar V. Recycled aggregate concrete: Particle Packing Method (PPM) of mix design approach. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 152, p. 269–284, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.171>

REIS, Daniel Costa *et al.* Potential CO2 reduction and uptake due to industrialization and efficient cement use in Brazil by 2050. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 344–358, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jiec.13130>

RUDNICKI, Tomasz. The Impact of the Aggregate Used on the Possibility of Reducing the Carbon Footprint in Pavement Concrete. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 14, n. 24, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su142416478>

SAADE, MARCELLA RUSCHI MENDES. Modelagem de multifuncionalidade aplicada a ACV de cimentos e concretos. **Tese de Doutorado em Engenharia Civill - Unicamp**, [s. l.], p. 202, 2017.

SCACHETTI, Michelle Tereza. **Avaliação Consequencial do Ciclo de Vida: discussão e aplicação comparativa com a abordagem atribucional**. 160 f. 2016. - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2016.

SEVIM, Ozer; DEMIR, Ilhami. Optimization of fly ash particle size distribution for cementitious systems with high compactness. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 195, p. 104–114, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.080>

SIEGEL, R.P. Low-Carbon Concrete Can Fight Global Warming. **The American Society**

of **Mechanical Engineers**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.asme.org/topics-resources/content/low-carbon-concrete-can-fight-global-warming>

SILVA, Alex Sandro Malaquias da. **Dosagem De Concreto Pelos Métodos De Empacotamento Compressível E Aïtcin-Faury Modificado**. 124 f. 2004. - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [s. l.], 2004. Disponível em: [file:///C:/Users/Eduarda/Desktop/Mestrado/Alex Sandro Malaquias da Silva .pdf](file:///C:/Users/Eduarda/Desktop/Mestrado/Alex%20Sandro%20Malaquias%20da%20Silva.pdf)

SILVA, F. B. *et al.* Variability of environmental impact of ready-mix concrete: a case study for Brazil. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 323, n. 1, p. 012132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012132>

SILVA, Fernanda Belizario *et al.* Concreto Dosado Em Central Com Base Em Dados. **Concreto & Construções**, [s. l.], n. 98, p. 91–97, 2020.

SNIC. Relatório Anual 2019. **Sindicato Nacional da Indústria do Cimento**, [s. l.], p. 44, 2019.

SNIC. Roadmap Tecnológico. [s. l.], 2020. Disponível em: resou

TAYLOR, Harold F. W. **Cement chemistry. 2nd ed.** [S. l.: s. n.], 1997. ISSN 09589465.v. 20 Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(98\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(98)00023-7)

TAYLOR, Publisher *et al.* Geomechanics and Geoengineering : An International A critical review on granular dam filter behaviour – from particle sizes to constriction-based design criteria. **Geomechanics and Geoengineering: An International Journal**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 279–290, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080=17486020802406632>

TURK, Janez *et al.* Environmental evaluation of green concretes versus conventional concrete by means of LCA. **Waste Management**, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.035>. Acesso em: 22 ago. 2019.

TUTIKIAN, Bernardo F.; HELENE, Paulo. Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. In: ISAIA, Geraldo Cechella (org.). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo - SP: IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto, 2011. p. 1968.

VIEIRA, Darli Rodrigues; CALMON, João Luiz; COELHO, Felipe Zanellato. Life cycle assessment (LCA) applied to the manufacturing of common and ecological concrete: A review. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 124, p. 656–666, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.125>

WWF-BRASIL. **Da teoria á prática**. [S. l.], 2003. Disponível em:

https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/. Acesso em: 11 dez. 2020.

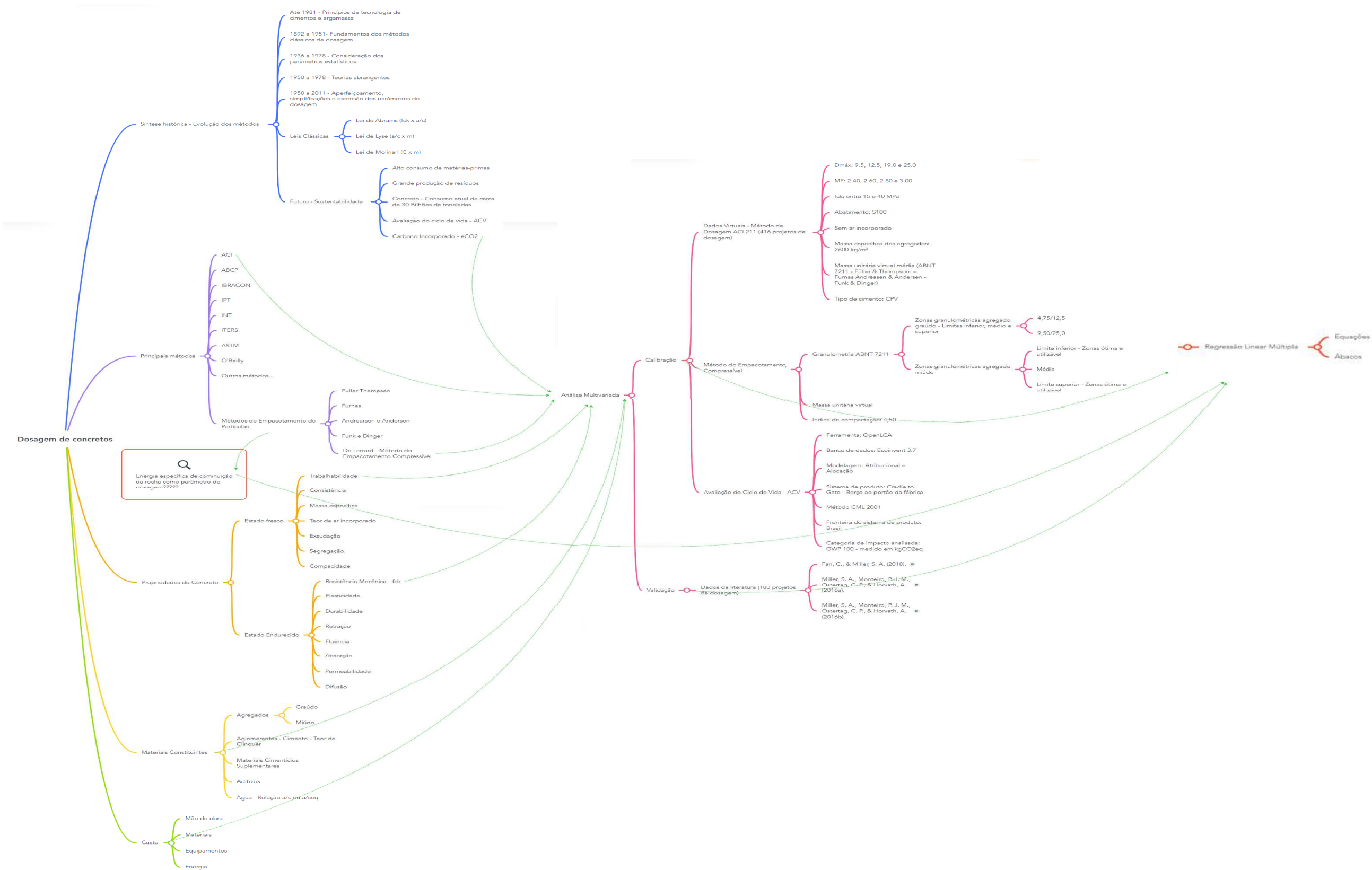
YURDAKUL, Ezgi. Optimizing concrete mixtures with minimum cement content for performance and sustainability. **Optimizing concrete mixtures with minimum cement content for performance and sustainability**, [s. l.], n. January 2010, p. 112, 2010.

ZHANG, Jieru *et al.* Analysis of CO2 Emission for the cement manufacturing with alternative raw materials: A LCA-based framework. **Energy Procedia**, [s. l.], v. 61, p. 2541–2545, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.041>

ZHANG, Y.; NAPIER-MUNN, T.J. Influence of Coarse Aggregate Size on Concrete Performance and Greenhouse Gas Emissions. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 220, p. 112–121, 2019.

ZUO, Wenqiang *et al.* Optimum design of low-binder Self-Compacting Concrete based on particle packing theories. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 163, p. 938–948, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.167>

APÊNDICE A - Mapa Mental da Estrutura da Tese



APÊNDICE B – Dados dos projetos de dosagem de concreto dos trabalhos da literatura

Mistura	Fonte	Cimento PC	Tipo de Cimento	Teor de Clinquer	Cinza volante FA	Filler L	Escória Slag	Sílica ativa SF	Metacaulim MK	tC3A	i(t)	kp(t)	tceq (kg)	Agregado miúdo	Agregado graúdo	Água	a/Ceq	Resistência a compressão (MPa)	a/tc	GWP (kg CO ₂ eq)	Custo (R\$)	m/tc	tc / tceq	H	α	GWP100 (kg CO ₂ eq)
PC	Poon (2000)	702	ASTM Tipo I	667										641	949	135,00		84,1	0,20	744	865,11	2,38	666,90	0,06	0,58	610,63
PC	Poon (2000)	637	ASTM Tipo I	605										711	936	150,00		84,6	0,25	666	641,78	2,72	605,15	0,07	0,58	531,73
PC	Han (2003)	600	ASTM Tipo II	552										569	1056	162,00		71,8	0,29	629	546,77	2,94	552,00	0,07	0,51	490,73
PC/SF	Einsfeld (2006)	540	ASTM Tipo I	513				60		8,00	1,65	3,63	708,38	724,00	992,00	151,00	0,21	85,2		581	654,01	2,42	708,38	0,06	0,59	461,52
PC/FA	Han (2003)	540	ASTM Tipo II	497	60					8,00	0,85	0,66	538,92	560,00	1039,00	162,00	0,30	67,7		573	532,62	2,97	538,92	0,08	0,51	453,78
PC	Han (2003)	520	ASTM Tipo II	478										638,00	1042,00	166,00		62,1	0,35	549	479,86	3,51	478,40	0,08	0,52	427,57
PC/FA	Poon (2000)	512	ASTM Tipo I	486	173					9,88	0,85	0,66	598,97	620,00	932,00	133,00	0,22	88,8		567	813,27	2,59	598,97	0,06	0,57	491,07
PC	Lam (1997)	500	ASTM Tipo I	475										724,00	1086,00	150,00		75,4	0,32	522	407,28	3,81	475,00	0,07	0,52	410,98
PC	Haque (1998)	500	ASTM Tipo I	467										691,60	1011,80	178,40		80,3	0,38	525	449,32	3,65	466,50	0,08	0,53	409,80
PC	Monteiro (1993)	484	ASTM Tipo I	460										721,00	875,00	242,00		45,2	0,53	501	347,93	3,47	459,80	0,12	0,57	383,00
PC	Vejmelkova (2009)	484	ASTM Tipo I	453										812,00	910,00	188,00		72,4	0,42	504	383,16	3,80	452,88	0,09	0,58	394,93
PC	Han (2003)	480	ASTM Tipo II	442										683,00	1025,00	168,00		56,3	0,38	507	436,01	3,87	441,60	0,08	0,52	394,37
PC/FA	Han (2003)	480	ASTM Tipo II	442	120					8,00	0,85	0,66	521,81	550,00	1022,00	162,00	0,31	65		520	539,35	3,01	521,81	0,08	0,51	420,23
PC	Monteiro (1993)	478	ASTM Tipo I	454										765,00	902,00	196,00		51,3	0,43	496	349,24	3,67	454,10	0,09	0,57	379,51
PC/FA	Poon (2000)	475	ASTM Tipo I	451	158					9,88	0,85	0,66	554,24	681,00	924,00	150,00	0,27	92		516	602,84	2,90	554,24	0,07	0,57	431,44
PC/SF	Lam (1997)	475	ASTM Tipo I	451				25		8,00	1,65	3,63	541,76	719,00	1086,00	150,00	0,28	76,2		502	438,16	3,33	541,76	0,06	0,54	396,58
PC/Slag	Wu (2001)	471,8	ASTM Tipo I	448			202,2						151,65	633,60	950,30	175,20	0,29	78,6		549	671,11	2,64	599,86	0,08	0,56	452,5
PC/Slag	Wu (2001)	471,8	ASTM Tipo I	448			202,2						151,65	633,60	950,30	175,20	0,29	79,3		549	671,11	2,64	599,86	0,08	0,56	452,5
PC/Slag	Wu (2001)	471,8	ASTM Tipo I	448			202,2						151,65	633,60	950,30	175,20	0,29	66,7		549	671,11	2,64	599,86	0,08	0,56	452,5
PC/Slag	Wu (2001)	471,8	ASTM Tipo I	448			202,2						151,65	633,60	950,30	175,20	0,29	63,8		549	671,11	2,64	599,86	0,08	0,56	452,5
PC/FA	Han (2003)	468	ASTM Tipo II	431	52					8,00	0,85	0,66	467,07	629,00	1027,00	166,00	0,36	61,7		500	467,50	3,55	467,07	0,08	0,52	395,52
PC	Celik (2015)	461	ASTM Tipo I	421										922,00	922,00	161,40		50,9	0,38	569	762,46	4,38	421,26	0,07	0,59	437,06
PC/SF	Einsfeld (2006)	457	ASTM Tipo I	434				50		8,00	1,65	3,63	597,46	814,00	992,00	153,00	0,26	82,3		496	573,58	3,02	597,46	0,06	0,59	395,69
PC/SF	Einsfeld (2006)	457	ASTM Tipo I	434				50		8,00	1,65	3,63	597,46	814,00	992,00	153,00	0,26	81,3		496	573,58	3,02	597,46	0,06	0,59	395,69
PC/SF	Einsfeld (2006)	457	ASTM Tipo I	434				50		8,00	1,65	3,63	597,46	814,00	992,00	153,00	0,26	79,4		496	573,58	3,02	597,46	0,06	0,59	395,69
PC	Bilim (2009)	450	ASTM Tipo I	412										764,70	1100,40	135,00		75,1	0,33	486	556,10	4,53	411,98	0,06	0,52	394,77

PC	Bilim (2009)	450	ASTM Tipo I	412										717,50	1032,50	180,00		60,1	0,44	472	392,12	4,25	411,98	0,08	0,52	367,66	
PC	Bilim (2009)	450	ASTM Tipo I	412										668,30	961,70	225,00		45,5	0,55	467	332,57	3,96	411,98	0,11	0,53	357,64	
PC	Bilim (2009)	450	ASTM Tipo I	412										666,90	876,10	115,30		80,3	0,28	486	556,10	3,75	411,98	0,06	0,55	377,6	
PC/FA	Haque (1998)	450	ASTM Tipo I	420	50						6,85	0,85	0,66	454,97	765,00	1100,00	135,00	0,30	96,4		476	429,40	4,10	454,97	0,06	0,53	394,77
PC/Slag	Vejmelkova (2009)	440	ASTM Tipo I	412			44						41,80	812,00	910,00	188,00	0,41	70,1		468	361,56	3,80	453,51	0,09	0,58	367,92	
PC/FA	Han (2003)	432	ASTM Tipo II	397	48						8,00	0,85	0,66	431,14	675,00	1012,00	168,00	0,39	55,7		462	424,67	3,91	431,14	0,08	0,52	364,79
PC/FA	Lam (1997)	425	ASTM Tipo I	404	75						8,00	0,85	0,66	455,30	700,00	1086,00	150,00	0,33	74,7		453	390,02	3,92	455,30	0,07	0,52	364,75
PC/FA	Haque (1998)	425	ASTM Tipo I	397	75						6,85	0,85	0,66	448,02	655,00	957,70	133,60	0,30	88,6		455	428,13	3,60	448,02	0,06	0,54	362,85
PC	Han (2003)	420	ASTM Tipo II	386										860,00	992,00	147,00		49,7	0,38	447	383,21	4,79	386,40	0,07	0,56	366,96	
PC/SF	Einsfeld (2006)	420	ASTM Tipo I	399				47			8,00	1,65	3,63	551,83	703,00	1054,00	168,00	0,30	62,9		459	542,47	3,18	551,83	0,07	0,54	346,31
PC/FA	Han (2003)	416	ASTM Tipo II	383	104						8,00	0,85	0,66	452,24	621,00	1013,00	166,00	0,37	58,6		452	466,90	3,61	452,24	0,08	0,51	365,4
PC	Lam (1997)	410	ASTM Tipo I	390										609,00	1132,00	205,00		44,1	0,53	430	318,63	4,47	389,50	0,10	0,47	328,46	
PC	Meddah (2014)	410	CEM Tipo I	385										625,00	1200,00	185,00		57,1	0,48	433	333,58	4,74	385,40	0,08	0,46	330,96	
PC	Meddah (2015)	410	CEM Tipo I	385										625,00	1200,00	185,00		57,1	0,48	433	333,58	4,74	385,40	0,08	0,46	330,96	
PC	Siddique (2004)	400	ASTM Tipo I	380										616,00	1228,00	164,00		34,8	0,43	424	345,21	4,85	380,00	0,07	0,45	326,18	
PC	Lam (1997)	400	ASTM Tipo I	380										710,00	1157,00	160,00		52,7	0,42	424	342,14	4,91	380,00	0,07	0,49	330,60	
PC	Bilim (2009)	400	ASTM Tipo I	366										799,50	1150,50	120,00		75,4	0,33	437	512,80	5,32	366,20	0,05	0,50	354,94	
PC	Bilim (2009)	400	ASTM Tipo I	366										756,50	1088,60	160,00		59,7	0,44	426	390,16	5,04	366,20	0,07	0,51	334,62	
PC	Bilim (2009)	400	ASTM Tipo I	366										711,40	1023,70	200,00		48,1	0,55	420	318,41	4,74	366,20	0,10	0,51	322,63	
PC	Haque (1998)	400	ASTM Tipo I	373										761,10	1113,40	146,40		67,3	0,39	428	391,89	5,02	373,20	0,07	0,50	334,91	
PC	Oner (2005)	400	CEM Tipo I	362										1154,00	498,00	239,00		38,8	0,66	414	311,06	4,57	361,52	0,12	0,75	324,91	
PC	Oner (2007)	400	CEM Tipo I	362										659,00	999,00	239,00		40,4	0,66	420	309,03	4,59	361,52	0,12	0,51	320,77	
PC	Monteiro (1993)	398	ASTM Tipo I	378										866,00	920,00	199,00		46,2	0,53	418	316,44	4,72	378,10	0,09	0,57	322,14	
PC	Bouzoubaa (2001)	391	ASTM Tipo III	374										740,00	1111,00	125,00		42,5	0,33	416	360,45	4,95	374,19	0,06	0,50	324,21	
PC/SF	Lam (1997)	389,5	ASTM Tipo I	370				20,5			8,00	1,65	3,63	444,24	605,00	1132,00	205,00	0,46	49,8		413	341,83	3,91	444,24	0,09	0,48	315,5
PC/L	Celik (2015)	389	ASTM Tipo I	355		68,7					3,64			377,11	729,00	1093,00	164,00	0,43	40,8		487	734,83	4,83	377,11	0,07	0,50	319,17
PC	Bouzoubaa (2001)	389	ASTM Tipo III	372										915,40	915,40	160,20		44,9	0,43	412	339,94	4,92	372,27	0,07	0,58	391,9	
PC	Bouzoubaa (2001)	385	ASTM Tipo III	368										729,00	1094,00	154,00		37,4	0,42	407	323,53	4,95	368,45	0,07	0,50	313,73	
PC/FA	Han (2003)	384	ASTM Tipo II	353	96						8,00	0,85	0,66	417,45	666,00	999,00	168,00	0,40	56		417	413,27	3,99	417,45	0,08	0,52	335,2
PC/SF	Lam (1997)	380	ASTM Tipo I	361				20			8,00	1,65	3,63	433,41	688,00	1157,00	160,00	0,37	60,3		408	371,42	4,26	433,41	0,07	0,49	320,87

PC/FA	Han (2003)	378	ASTM Tipo II	348	42					8,00	0,85	0,66	377,25	696,00	1044,00	168,00	0,45	50,3		407	373,37	4,61	377,25	0,08	0,51	320,45
PC/L	Felekoglu (2007)	377	ASTM Tipo I	358		239				8,00			406,79	861,00	562,00	227,00	0,56	54,3		399	372,49	3,50	406,79	0,12	0,69	341,51
PC/L	Felekoglu (2007)	377	ASTM Tipo I	358		247				8,00			406,80	898,00	593,00	181,00	0,44	45,3		404	426,97	3,67	406,80	0,10	0,69	351,43
PC/L	Felekoglu (2007)	377	ASTM Tipo I	358		272				8,00			406,83	963,00	630,00	140,00	0,34	35,2		410	497,20	3,92	406,83	0,07	0,68	365,82
PC/L	Felekoglu (2007)	376	ASTM Tipo I	357		246				8,00			405,73	886,00	577,00	203,00	0,50	48,1		401	408,31	3,61	405,73	0,11	0,69	347,56
PC/L	Felekoglu (2007)	376	ASTM Tipo I	357		263				8,00			405,75	932,00	609,00	158,00	0,39	41,4		405	445,32	3,80	405,75	0,08	0,69	355,58
PC/FA	Lam (1997)	375	ASTM Tipo I	356	125					8,00	0,85	0,66	437,71	683,00	1086,00	150,00	0,34	74,2		407	387,53	4,04	437,71	0,07	0,51	337,25
PC/FA	Poon (2000)	372	ASTM Tipo I	353	305					9,88	0,85	0,66	523,00	608,00	927,00	130,00	0,25	76,9		437	770,01	2,93	523,00	0,06	0,55	402,54
PC/Slag	Bilim (2009)	360	ASTM Tipo I	330			90						67,50	762,60	1097,40	135,00	0,34	76,5		409	469,73	4,68	397,08	0,06	0,51	332,59
PC/Slag	Bilim (2009)	360	ASTM Tipo I	330			90						67,50	713,40	1026,60	180,00	0,45	68,7		398	336,87	4,38	397,08	0,08	0,52	310,57
PC/Slag	Bilim (2009)	360	ASTM Tipo I	330			90						67,50	664,20	955,80	225,00	0,57	47,1		393	287,79	4,08	397,08	0,11	0,53	302,27
PC/FA	Haque (1998)	360	ASTM Tipo I	336	40					6,85	0,85	0,66	363,98	741,20	1084,10	137,20	0,38	81,6		391	380,54	5,01	363,98	0,06	0,50	309,87
PC/Slag	Bilim (2009)	360	ASTM Tipo I	330			90						67,50	763,00	1097,00	135,00	0,34	81,8		409	469,73	4,68	397,08	0,06	0,51	332,59
PC	Meddah (2014)	355	CEM Tipo I	334										670,00	1200,00	185,00		48,4	0,55	379	303,31	5,60	333,70	0,08	0,46	290,09
PC	Meddah (2015)	355	CEM Tipo I	334										670,00	1200,00	185,00		48,4	0,55	379	303,31	5,60	333,70	0,08	0,46	290,09
PC	Bilim (2009)	350	ASTM Tipo I	320										832,30	1197,70	105,00		70,9	0,33	386	449,43	6,34	320,43	0,04	0,49	311,80
PC	Bilim (2009)	350	ASTM Tipo I	320										795,40	1144,60	140,00		59,7	0,44	378	362,59	6,05	320,43	0,06	0,49	297,38
PC	Bilim (2009)	350	ASTM Tipo I	320										756,50	1088,60	175,00		50,1	0,55	373	303,38	5,76	320,43	0,08	0,50	287,48
PC	Oner (2005)	350	CEM Tipo I	316										1197,00	517,00	232,00		33,4	0,73	366	289,75	5,42	316,33	0,11	0,75	288,76
PC	Oner (2007)	350	CEM Tipo I	316										684,00	1037,00	232,00		35	0,73	372	287,69	5,44	316,33	0,11	0,49	284,49
PC	Bilim (2009)	350	ASTM Tipo I	320										795,00	1145,00	140,00		63,9	0,44	378	362,59	6,05	320,43	0,06	0,49	297,38
PC/FA	Lam (1997)	348,5	ASTM Tipo I	331	61,5					8,00	0,85	0,66	373,34	589,00	1132,00	205,00	0,55	42,5		373	304,45	4,61	373,34	0,10	0,46	290,55
PC/L	Meddah (2014)	348,5	CEM Tipo I	328		61,5				7,89			328,03	625,00	1200,00	185,00	0,56	51,7		374	314,17	5,56	328,03	0,09	0,44	293,39
PC/FA	Poon (2000)	347	ASTM Tipo I	330	283					9,88	0,85	0,66	487,23	639,00	920,00	148,00	0,30	77,6		402	635,05	3,20	487,23	0,07	0,55	362,29
PC/L	Celik (2015)	342	ASTM Tipo I	313		114				3,64			331,83	912,00	912,00	159,60	0,48	31,7		434	686,69	5,50	331,83	0,07	0,58	357,54
PC/FA	Lam (1997)	340	ASTM Tipo I	323	60					8,00	0,85	0,66	364,24	690,00	1157,00	160,00	0,44	48,6		369	330,36	5,07	364,24	0,07	0,48	294,37
PC/FA	Haque (1998)	340	ASTM Tipo I	317	60					6,85	0,85	0,66	358,41	730,90	1069,40	150,90	0,42	63,8		372	374,84	5,02	358,41	0,07	0,50	297,35
PC/FA	Han (2003)	336	ASTM Tipo II	309	84					8,00	0,85	0,66	365,27	688,00	1032,00	168,00	0,46	48		369	378,47	4,71	365,27	0,08	0,51	297,03
PC	Monteiro (1993)	329	ASTM Tipo I	313										929,00	914,00	198,00		35,6	0,63	351	285,39	5,90	312,55	0,09	0,58	272,04
PC/FA	Liu (2012)	320	ASTM Tipo I	292	57					6,78	0,85	0,66	331,22	711,00	1032,00	151,00	0,46	41,7		345	301,59	5,26	331,22	0,07	0,50	274,23

PC/Slag	Bilim (2009)	320	ASTM Tipo I	293			80						60,00	795,40	1144,60	120,00	0,34	76,1		369	449,66	5,50	352,96	0,05	0,50	301,89
PC/Slag	Bilim (2009)	320	ASTM Tipo I	293			80						60,00	752,40	1082,70	160,00	0,45	61,7		359	327,02	5,20	352,96	0,07	0,51	282,44
PC/Slag	Bilim (2009)	320	ASTM Tipo I	293			80						60,00	709,30	1020,70	200,00	0,57	49,2		354	274,18	4,90	352,96	0,10	0,51	272,69
PC/FA	Oner (2005)	320	CEM Tipo I	289	50					7,94	0,85	0,66	323,73	1159,00	501,00	237,00	0,73	36,7		339	285,98	5,13	323,73	0,12	0,75	272,25
PC/FA	Oner (2005)	320	CEM Tipo I	289	105					7,94	0,85	0,66	357,38	1096,00	473,00	243,00	0,68	39,7		341	296,48	4,39	357,38	0,13	0,75	278,07
PC/FA	Oner (2005)	320	CEM Tipo I	289	160					7,94	0,85	0,66	387,04	1032,00	446,00	251,00	0,65	38,5		343	306,97	3,82	387,04	0,13	0,76	283,89
PC/FA	Oner (2005)	320	CEM Tipo I	289	80					7,94	0,85	0,66	342,61	1122,00	484,00	240,00	0,70	38,7		340	291,44	4,69	342,61	0,12	0,75	275,36
PC/FA	Oner (2005)	320	CEM Tipo I	289	135					7,94	0,85	0,66	374,02	1062,00	458,00	247,00	0,66	39,9		342	302,24	4,06	374,02	0,13	0,76	281,26
PC/FA	Oner (2005)	320	CEM Tipo I	289	185					7,94	0,85	0,66	399,33	1009,00	436,00	225,00	0,56	36,9		344	312,25	3,62	399,33	0,12	0,76	286,64
PC/FA	Celik (2015)	317	ASTM Tipo I	290	135,9					3,64	0,85	0,66	374,98	905,80	905,80	158,50	0,42	48,2		412	709,27	4,83	374,98	0,07	0,59	344,57
PC	Meddah (2014)	310	CEM Tipo I	291										710,00	1200,00	185,00		39,7	0,63	335	283,33	6,55	291,40	0,08	0,45	257,45
PC	Meddah (2015)	310	CEM Tipo I	291										710,00	1200,00	185,00		39,7	0,63	335	283,33	6,55	291,40	0,08	0,45	257,45
PC/FA	Lam (1997)	307,5	ASTM Tipo I	292	102,5					8,00	0,85	0,66	358,92	576,00	1132,00	205,00	0,57	36,2		335	295,02	4,76	358,92	0,10	0,45	265,28
PC/L	Meddah (2014)	307,5	CEM Tipo I	289		102,5				7,89			289,44	625,00	1200,00	185,00	0,64	43,5		334	301,22	6,31	289,44	0,09	0,43	268,34
PC	Monteiro (1993)	306	ASTM Tipo I	291										1023,00	961,00	153,00		46,9	0,53	330	282,46	6,82	290,70	0,07	0,58	257,00
PC/L	Meddah (2014)	301,75	CEM Tipo I	284		53,25				7,89			284,03	670,00	1200,00	185,00	0,65	44		328	286,50	6,58	284,03	0,09	0,44	257,56
PC/FA	Lam (1997)	300	ASTM Tipo I	285	100					8,00	0,85	0,66	350,17	660,00	1157,00	160,00	0,46	42,8		332	322,14	5,19	350,17	0,07	0,47	270,18
PC	Oner (2005)	300	CEM Tipo I	271										1242,00	536,00	225,00		27,6	0,83	317	268,56	6,56	271,14	0,11	0,74	252,65
PC	Oner (2007)	300	CEM Tipo I	271										708,00	1075,00	225,00		28,9	0,83	324	266,29	6,58	271,14	0,11	0,48	248,18
PC	Meddah (2014)	285	CEM Tipo I	268										730,00	1200,00	185,00		35,8	0,69	311	275,29	7,20	267,90	0,08	0,45	239,81
PC	Meddah (2015)	285	CEM Tipo I	268										730,00	1200,00	185,00		35,8	0,69	311	275,29	7,20	267,90	0,08	0,45	239,81
PC	Monteiro (1993)	282	ASTM Tipo I	268										976,00	911,00	198,00		25,4	0,74	305	264,56	7,04	267,90	0,09	0,58	238,00
PC/Slag	Bilim (2009)	280	ASTM Tipo I	256			70						52,50	830,30	1194,80	105,00	0,34	76,1		328	406,63	6,56	308,84	0,04	0,49	267,43
PC/Slag	Bilim (2009)	280	ASTM Tipo I	256			70						52,50	791,30	1138,70	140,00	0,45	61,5		320	314,83	6,25	308,84	0,06	0,49	252,19
PC/Slag	Bilim (2009)	280	ASTM Tipo I	256			70						52,50	754,40	1085,60	175,00	0,57	53,3		315	260,56	5,96	308,84	0,08	0,49	243,11
PC/FA	Oner (2005)	280	CEM Tipo I	253	40					7,94	0,85	0,66	280,81	1208,00	522,00	230,00	0,82	30,8		300	267,26	6,16	280,81	0,11	0,74	242,33
PC/FA	Oner (2005)	280	CEM Tipo I	253	95					7,94	0,85	0,66	314,49	1142,00	493,00	236,00	0,75	33,8		302	277,51	5,20	314,49	0,12	0,75	248,1
PC/FA	Oner (2005)	280	CEM Tipo I	253	140					7,94	0,85	0,66	338,66	1088,00	470,00	245,00	0,72	33,2		303	285,94	4,60	338,66	0,13	0,75	252,83
PC/FA	Oner (2005)	280	CEM Tipo I	253	70					7,94	0,85	0,66	299,78	1174,00	507,00	232,00	0,77	33,3		301	273,02	5,61	299,78	0,12	0,74	245,52
PC/FA	Oner (2005)	280	CEM Tipo I	253	120					7,94	0,85	0,66	328,27	1114,00	481,00	240,00	0,73	34,1		302	282,36	4,86	328,27	0,12	0,75	250,76

PC/FA	Oner (2005)	280	CEM Tipo I	253	165					7,94	0,85	0,66	350,90	1058,00	457,00	249,00	0,71	31,4		304	290,61	4,32	350,90	0,13	0,76	255,45
PC/Slag	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253			200						190,00	617,00	936,00	247,00	0,56	47,5		332	244,75	3,51	443,06	0,12	0,53	255,99
PC/Slag	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253			120						114,00	659,00	999,00	236,00	0,64	41,8		321	250,13	4,52	367,06	0,12	0,51	247,1
PC/Slag	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253			60						57,00	686,00	1041,00	231,00	0,75	33,7		313	253,57	5,57	310,06	0,11	0,49	240,31
PC/Slag	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253			440						418,00	716,00	1087,00	224,00	0,33	42,7		364	226,35	2,69	671,06	0,09	0,56	233,60
PC/Slag	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253			360						342,00	477,00	723,00	295,00	0,50	47		353	232,68	2,02	595,06	0,16	0,60	282,23
PC/Slag	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253			280						266,00	525,00	796,00	278,00	0,54	48,4		342	238,65	2,54	519,06	0,15	0,57	273,52
PC/Slag	Bilim (2009)	280	ASTM Tipo I	256			70						52,50	570,00	866,00	263,00	0,85	65,8		320	314,83	4,65	308,84	0,15	0,50	264,74
PC	Oner (2007)	280	CEM Tipo I	253										791,00	1139,00	140,00		27,5	0,55	304	257,44	7,63	253,06	0,06	0,48	252,19
PC/FA	Lam (1997)	275	ASTM Tipo I	261	225					8,00	0,85	0,66	386,43	650,00	1086,00	150,00	0,39	62,4		316	370,94	4,49	386,43	0,07	0,49	277,98
PC/FA	Liu (2012)	274	ASTM Tipo I	250	117					6,78	0,85	0,66	323,64	674,00	1032,00	157,00	0,49	29,9		303	293,69	5,27	323,64	0,08	0,49	247,32
PC/Slag	Bilim (2009)	270	ASTM Tipo I	247			180						135,00	758,50	1091,50	135,00	0,35	78,3		333	393,53	4,84	382,19	0,06	0,51	272,06
PC/Slag	Bilim (2009)	270	ASTM Tipo I	247			180						135,00	709,30	1020,70	180,00	0,47	62,1		323	276,96	4,53	382,19	0,09	0,52	252,71
PC/Slag	Bilim (2009)	270	ASTM Tipo I	247			180						135,00	660,10	949,90	225,00	0,59	46,1		319	243,01	4,21	382,19	0,11	0,52	246,89
PC/Slag	Bilim (2009)	270	ASTM Tipo I	247			180						135,00	759,00	1092,00	135,00	0,35	83,8		333	393,59	4,84	382,19	0,06	0,51	272,08
PC/Slag	Wu (2001)	267,4	ASTM Tipo I	254			114,6						85,95	741,10	1111,60	168,10	0,49	56,3		338	580,06	5,45	339,98	0,08	0,49	292,61
PC/Slag	Wu (2001)	267,4	ASTM Tipo I	254			114,6						85,95	741,10	1111,60	168,10	0,49	52,6		338	580,06	5,45	339,98	0,08	0,49	292,61
PC/Slag	Wu (2001)	267,4	ASTM Tipo I	254			114,6						85,95	741,10	1111,60	168,10	0,49	48,4		338	580,06	5,45	339,98	0,08	0,49	292,61
PC/Slag	Wu (2001)	267,4	ASTM Tipo I	254			114,6						85,95	741,10	1111,60	168,10	0,49	49,7		338	580,06	5,45	339,98	0,08	0,49	292,61
PC/L	Meddah (2014)	266,5	CEM Tipo I	251		143,5				7,89			250,85	625,00	1200,00	185,00	0,74	34,8		295	288,28	7,28	250,85	0,09	0,42	243,3
PC/L	Meddah (2014)	266,25	CEM Tipo I	250		88,75				7,89			250,61	670,00	1200,00	185,00	0,74	36,3		294	275,30	7,46	250,61	0,09	0,43	235,87
PC/L	Meddah (2014)	263,5	CEM Tipo I	248		46,5				7,89			248,02	710,00	1200,00	185,00	0,75	35,3		290	268,66	7,70	248,02	0,09	0,44	229,05
PC	Oner (2005)	250	CEM Tipo I	226										1285,00	555,00	218,00		21,6	0,96	269	247,25	8,14	225,95	0,11	0,73	216,51
PC	Oner (2007)	250	CEM Tipo I	226										732,00	1111,00	219,00		22,7	0,97	275	244,77	8,16	225,95	0,11	0,46	211,86
PC/Slag	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221			175						166,25	647,00	982,00	239,00	0,62	41,4		295	231,43	4,20	387,68	0,12	0,51	227,8
PC/Slag	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221			105						99,75	683,00	1036,00	230,00	0,72	36,1		285	236,03	5,35	321,18	0,11	0,49	219,99
PC/Slag	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221			52,5						49,88	708,00	1073,00	225,00	0,83	29		278	239,14	6,56	271,31	0,11	0,48	214,08
PC/Slag	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221			385						365,75	735,00	1114,00	218,00	0,37	37,5		323	215,63	3,15	587,18	0,09	0,54	208,23
PC/Slag	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221			315						299,25	526,00	799,00	279,00	0,54	41,5		313	221,29	2,54	520,68	0,15	0,57	250,81
PC/Slag	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221			245						232,75	569,00	864,00	263,00	0,58	42,3		304	226,49	3,16	454,18	0,14	0,54	243,22

PC	Oner (2007)	245	CEM Tipo I	221										609,00	924,00	250,00		22,6	1,13	270	242,62	6,92	221,43	0,14	0,47	235,53
PC/L	Meddah (2014)	242,25	CEM Tipo I	228		42,75				7,89			228,02	730,00	1200,00	185,00	0,81	31,4		270	261,80	8,46	228,02	0,09	0,44	213,69
PC/FA	Siddique (2004)	240	ASTM Tipo I	228	160					8,00	0,85	0,66	321,43	614,00	1224,00	160,00	0,50	25		277	314,73	5,72	321,43	0,07	0,43	228,94
PC/Slag	Bilim (2009)	240	ASTM Tipo I	220			160						120,00	793,40	1141,70	120,00	0,35	76,7		300	358,90	5,70	339,72	0,05	0,50	244,32
PC/Slag	Bilim (2009)	240	ASTM Tipo I	220			160						120,00	748,30	1076,80	160,00	0,47	62,5		293	287,15	5,37	339,72	0,07	0,50	232,33
PC/Slag	Bilim (2009)	240	ASTM Tipo I	220			160						120,00	705,20	1014,80	200,00	0,59	48,2		288	234,31	5,06	339,72	0,10	0,51	223,45
PC/FA	Oner (2005)	240	CEM Tipo I	217	35					7,94	0,85	0,66	241,16	1251,00	540,00	223,00	0,92	25,3		261	249,45	7,43	241,16	0,11	0,73	212,94
PC/FA	Oner (2005)	240	CEM Tipo I	217	80					7,94	0,85	0,66	268,75	1195,00	516,00	228,00	0,85	27,7		262	257,69	6,37	268,75	0,12	0,74	217,62
PC/FA	Oner (2005)	240	CEM Tipo I	217	120					7,94	0,85	0,66	290,28	1146,00	495,00	236,00	0,81	26,6		264	265,09	5,65	290,28	0,12	0,74	221,8
PC/FA	Oner (2005)	240	CEM Tipo I	217	60					7,94	0,85	0,66	256,96	1221,00	527,00	225,00	0,88	27,3		261	254,12	6,80	256,96	0,11	0,74	215,56
PC/FA	Oner (2005)	240	CEM Tipo I	217	100					7,94	0,85	0,66	279,84	1176,00	508,00	231,00	0,83	27,9		263	261,88	6,02	279,84	0,12	0,74	219,82
PC/FA	Oner (2005)	240	CEM Tipo I	217	140					7,94	0,85	0,66	300,09	1122,00	484,00	240,00	0,80	25,1		264	268,79	5,35	300,09	0,13	0,75	223,89
PC/Slag	Wu (2001)	238	ASTM Tipo I	226			102						76,50	680,00	1020,00	187,00	0,62	35,8		287	350,05	5,62	302,60	0,09	0,49	233,65
PC/Slag	Wu (2001)	238	ASTM Tipo I	226			102						76,50	680,00	1020,00	187,00	0,62	34,6		287	350,05	5,62	302,60	0,09	0,49	233,65
PC/Slag	Wu (2001)	238	ASTM Tipo I	226			102						76,50	680,00	1020,00	187,00	0,62	37,3		287	350,05	5,62	302,60	0,09	0,49	233,65
PC/Slag	Wu (2001)	238	ASTM Tipo I	226			102						76,50	680,00	1020,00	187,00	0,62	36		287	350,05	5,62	302,60	0,09	0,49	233,65
PC/FA	Liu (2012)	237	ASTM Tipo I	216	101					6,78	0,85	0,66	279,83	777,00	1032,00	135,00	0,48	40,1		267	276,90	6,46	279,83	0,06	0,51	219,58
PC	Meddah (2014)	235	CEM Tipo I	221										700,00	1200,00	185,00		26,6	0,84	262	248,64	8,60	220,90	0,09	0,43	202,30
PC	Meddah (2015)	235	CEM Tipo I	221										700,00	1200,00	185,00		26,6	0,84	262	248,64	8,60	220,90	0,09	0,43	202,3
PC/L	Meddah (2014)	232,5	CEM Tipo I	219		77,5				7,89			218,84	710,00	1200,00	185,00	0,85	29,5		261	258,87	8,73	218,84	0,09	0,44	210,11
PC/L	Meddah (2014)	230,75	CEM Tipo I	217		124,25				7,89			217,20	670,00	1200,00	185,00	0,85	29		260	264,09	8,61	217,20	0,09	0,43	214,18
PC/FA	Lam (1997)	225,5	ASTM Tipo I	214	184,5					8,00	0,85	0,66	316,87	549,00	1132,00	205,00	0,65	30,9		260	276,10	5,30	316,87	0,10	0,43	214,72
PC/L	Meddah (2014)	225,5	CEM Tipo I	212		184,5				7,89			212,25	625,00	1200,00	185,00	0,87	26,1		256	275,34	8,60	212,25	0,09	0,41	218,25
PC/FA	Lam (1997)	225	ASTM Tipo I	214	275					8,00	0,85	0,66	348,83	634,00	1086,00	150,00	0,43	49,8		271	372,40	4,93	348,83	0,07	0,48	251,92
PC/FA	Celik (2015)	224	ASTM Tipo I	205	224,5					3,64	0,85	0,66	321,17	897,00	897,00	157,00	0,49	39,3		311	614,08	5,59	321,17	0,07	0,58	274,94
PC/FA	Siddique (2004)	220	ASTM Tipo I	209	180					8,00	0,85	0,66	309,15	610,00	1226,00	164,00	0,53	23,1		259	311,56	5,94	309,15	0,08	0,43	216,86
PC/FA	Lam (1997)	220	ASTM Tipo I	209	180					8,00	0,85	0,66	309,15	634,00	1157,00	160,00	0,52	38,1		258	305,78	5,79	309,15	0,08	0,45	221,62
PC/FA	Liu (2012)	219	ASTM Tipo I	200	146					6,78	0,85	0,66	284,47	720,00	1032,00	146,00	0,51	29,4		251	277,43	6,16	284,47	0,07	0,49	211,12
PC/FA	Liu (2012)	219	ASTM Tipo I	200	146					6,78	0,85	0,66	284,47	720,00	1032,00	146,00	0,51	31,7		251	277,43	6,16	284,47	0,07	0,49	211,12
PC/FA	Liu (2012)	219	ASTM Tipo I	200	146					6,78	0,85	0,66	284,47	720,00	1032,00	146,00	0,51	34,3		251	277,43	6,16	284,47	0,07	0,49	211,12

PC/L	Meddah (2014)	213,75	CEM Tipo I	201		71,25				7,89			201,19	730,00	1200,00	185,00	0,92	25,6		243	252,80	9,59	201,19	0,09	0,44	196,28
PC/Slag	Bilim (2009)	210	ASTM Tipo I	192			140						105,00	826,20	1188,90	105,00	0,35	75,7		268	339,09	6,78	297,26	0,05	0,49	219
PC/Slag	Bilim (2009)	210	ASTM Tipo I	192			140						105,00	789,30	1135,80	140,00	0,47	62,8		262	272,03	6,48	297,26	0,06	0,49	207,82
PC/Slag	Bilim (2009)	210	ASTM Tipo I	192			140						105,00	750,30	1079,70	175,00	0,59	52,3		257	225,60	6,16	297,26	0,08	0,49	200,01
PC/Slag	Oner (2007)	210	CEM Tipo I	190			150						142,50	677,00	1027,00	231,00	0,70	34		258	218,06	5,13	332,30	0,11	0,50	199,59
PC/Slag	Oner (2007)	210	CEM Tipo I	190			90						85,50	707,00	1072,00	224,00	0,81	30		249	221,87	6,46	275,30	0,11	0,48	192,88
PC/Slag	Oner (2007)	210	CEM Tipo I	190			45						42,75	729,00	1106,00	219,00	0,94	23,6		243	224,71	7,89	232,55	0,11	0,47	187,84
PC/Slag	Oner (2007)	210	CEM Tipo I	190			330						313,50	578,00	877,00	261,00	0,52	31,8		282	205,20	2,89	503,30	0,13	0,55	219,46
PC/Slag	Oner (2007)	210	CEM Tipo I	190			270						256,50	611,00	927,00	251,00	0,56	34,5		273	209,49	3,45	446,30	0,13	0,53	212,84
PC/Slag	Oner (2007)	210	CEM Tipo I	190			210						199,50	645,00	979,00	240,00	0,62	34,9		265	213,95	4,17	389,30	0,12	0,51	206,25
PC/Slag	Bilim (2009)	210	ASTM Tipo I	192			140						105,00	789,00	1136,00	140,00	0,47	67,2		262	272,02	6,48	297,26	0,06	0,49	207,82
PC/L	Meddah (2014)	201,5	CEM Tipo I	189		108,5				7,89			189,66	710,00	1200,00	185,00	0,98	22,7		231	249,09	10,07	189,66	0,09	0,43	191,17
PC/FA	Siddique (2004)	200	ASTM Tipo I	190	200					8,00	0,85	0,66	295,12	616,00	1225,00	160,00	0,54	21,6		240	308,84	6,24	295,12	0,07	0,43	204,93
PC/FA	Oner (2005)	200	CEM Tipo I	181	65					7,94	0,85	0,66	223,00	1246,00	538,00	221,00	0,99	21,4		223	237,69	8,00	223,00	0,11	0,73	187,09
PC/FA	Oner (2005)	200	CEM Tipo I	181	100					7,94	0,85	0,66	241,90	1203,00	519,00	229,00	0,95	20		224	244,12	7,12	241,90	0,12	0,74	190,75
PC/FA	Oner (2005)	200	CEM Tipo I	181	50					7,94	0,85	0,66	214,13	1266,00	547,00	219,00	1,02	20,9		222	235,09	8,47	214,13	0,11	0,73	185,57
PC/FA	Oner (2005)	200	CEM Tipo I	181	85					7,94	0,85	0,66	234,10	1225,00	529,00	224,00	0,96	21,2		224	241,70	7,49	234,10	0,11	0,73	189,26
PC/L	Meddah (2014)	199,75	CEM Tipo I	188		35,25				7,89			188,02	700,00	1200,00	185,00	0,98	23,2		228	237,52	10,11	188,02	0,09	0,43	180,77
PC/FA	Liu (2012)	196	ASTM Tipo I	179	196					6,78	0,85	0,66	280,69	662,00	1032,00	157,00	0,56	28,7		231	276,85	6,04	280,69	0,08	0,48	199,59
PC/L	Meddah (2014)	195,25	CEM Tipo I	184		159,75				7,89			183,78	670,00	1200,00	185,00	1,01	21,3		226	252,88	10,18	183,78	0,09	0,42	192,5
PC/FA	Lam (1997)	184,5	ASTM Tipo I	175	225,5					8,00	0,85	0,66	286,04	536,00	1132,00	205,00	0,72	20,8		222	266,68	5,83	286,04	0,10	0,42	189,45
PC/FA	Lam (1997)	180	ASTM Tipo I	171	220					8,00	0,85	0,66	279,06	621,00	1157,00	160,00	0,57	32,4		221	302,79	6,37	279,06	0,08	0,44	206,4
PC/Slag	Bilim (2009)	180	ASTM Tipo I	165			270						202,50	754,40	1085,60	135,00	0,37	75,3		256	317,34	5,01	367,29	0,06	0,51	211,54
PC/Slag	Bilim (2009)	180	ASTM Tipo I	165			270						202,50	705,20	1014,80	180,00	0,49	57,8		249	232,18	4,68	367,29	0,09	0,51	197,33
PC/Slag	Bilim (2009)	180	ASTM Tipo I	165			270						202,50	656,00	944,00	225,00	0,61	36,9		245	198,23	4,36	367,29	0,11	0,52	191,51
PC/Slag	Oner (2007)	175	CEM Tipo I	158			125						118,75	707,00	1073,00	223,00	0,81	27		221	204,75	6,43	276,92	0,11	0,48	171,4
PC/Slag	Oner (2007)	175	CEM Tipo I	158			75						71,25	731,00	1109,00	218,00	0,95	23,5		213	207,77	8,02	229,42	0,11	0,46	165,78
PC/Slag	Oner (2007)	175	CEM Tipo I	158			275						261,25	624,00	948,00	248,00	0,59	25,1		241	194,00	3,75	419,42	0,12	0,52	187,94
PC/Slag	Oner (2007)	175	CEM Tipo I	158			225						213,75	654,00	991,00	238,00	0,64	27,2		234	197,81	4,42	371,92	0,12	0,51	182,48
PC/Slag	Oner (2007)	175	CEM Tipo I	158			175						166,25	681,00	1033,00	230,00	0,71	27,8		227	201,37	5,28	324,42	0,11	0,49	176,96

PC/FA	Liu (2012)	169	ASTM Tipo I	154	169					6,78	0,85	0,66	242,02	767,00	1032,00	135,00	0,56	31		204	261,99	7,43	242,02	0,07	0,49	177,87
PC/FA	Bouzoubaa (2001)	168	ASTM Tipo III	161	206					6,17	0,905	0,81	274,82	701,00	1052,00	120,00	0,44	23,3		207	289,98	6,38	274,82	0,06	0,48	182,49
PC/FA	Liu (2012)	167	ASTM Tipo I	152	251					6,78	0,85	0,66	263,99	603,00	1032,00	167,00	0,63	24,1		205	274,65	6,19	263,99	0,09	0,46	184,25
PC/Slag	Bilim (2009)	160	ASTM Tipo I	146			240						180,00	789,30	1135,80	120,00	0,37	72,7		231	277,14	5,90	326,48	0,05	0,50	188,22
PC/Slag	Bilim (2009)	160	ASTM Tipo I	146			240						180,00	746,20	1073,80	160,00	0,49	57,1		226	228,95	5,57	326,48	0,07	0,50	180,1
PC/Slag	Bilim (2009)	160	ASTM Tipo I	146			240						180,00	701,10	1008,90	200,00	0,61	37,5		222	194,44	5,24	326,48	0,10	0,50	174,21
PC/Slag	Bilim (2009)	140	ASTM Tipo I	128			210						157,50	824,10	1185,90	105,00	0,37	68,5		209	283,48	7,04	285,67	0,05	0,48	172,53
PC/Slag	Bilim (2009)	140	ASTM Tipo I	128			210						157,50	785,20	1129,90	140,00	0,49	57,8		202	217,28	6,70	285,67	0,06	0,49	161,48
PC/Slag	Bilim (2009)	140	ASTM Tipo I	128			210						157,50	748,30	1076,80	175,00	0,61	42,2		200	190,95	6,39	285,67	0,08	0,49	156,97
PC/Slag	Bilim (2009)	90	ASTM Tipo I	82			360						270,00	750,30	1079,70	135,00	0,38	62		182	262,08	5,19	352,40	0,06	0,51	154,45
PC/Slag	Bilim (2009)	90	ASTM Tipo I	82			360						270,00	701,10	1008,90	180,00	0,51	43,8		174	176,93	4,85	352,40	0,09	0,51	140,24
PC/Slag	Bilim (2009)	90	ASTM Tipo I	82			360						270,00	651,90	938,10	225,00	0,64	25,9		171	153,45	4,51	352,40	0,12	0,52	136,14
PC/Slag	Bilim (2009)	80	ASTM Tipo I	73			320						240,00	785,20	1129,90	120,00	0,38	63,3		164	223,31	6,11	313,24	0,05	0,49	136,7
PC/Slag	Bilim (2009)	80	ASTM Tipo I	73			320						240,00	742,10	1067,90	160,00	0,51	49,6		161	203,05	5,78	313,24	0,08	0,50	133,15
PC/Slag	Bilim (2009)	80	ASTM Tipo I	73			320						240,00	699,10	1006,00	200,00	0,64	23,7		156	154,87	5,44	313,24	0,10	0,50	125,04
PC/Slag	Bilim (2009)	70	ASTM Tipo I	64			280						210,00	820,00	1180,00	105,00	0,38	58,6		150	232,23	7,30	274,09	0,05	0,48	126,76
PC/Slag	Bilim (2009)	70	ASTM Tipo I	64			280						210,00	783,10	1126,90	140,00	0,51	47,1		146	194,25	6,97	274,09	0,06	0,48	120,35
PC/Slag	Bilim (2009)	70	ASTM Tipo I	64			280						210,00	744,20	1070,90	175,00	0,64	28		142	155,98	6,62	274,09	0,08	0,49	113,95
PC/MK	Meddah (2015)	348,5	CEM Tipo I	328					61,5	7,89	0,85	0,66	369,83	625	1200	185	0,27	49,8		374	1109,99	2,62	369,83	0,07	0,74	300,32
PC/MK	Meddah (2015)	301,75	CEM Tipo I	284					53,25	7,89	0,85	0,66	320,22	670	1200	185	0,31	40,1		328	975,57	3,10	320,22	0,07	0,75	263,55
PC/MK	Meddah (2015)	287	CEM Tipo I	270					123	7,89	0,85	0,66	347,31	625	1200	185	0,30	43,5		316	1900,26	2,96	347,31	0,08	0,71	271,94
PC/MK	Meddah (2015)	263,5	CEM Tipo I	248					46,5	7,89	0,85	0,66	279,63	710	1200	185	0,35	31,9		290	870,38	3,62	279,63	0,08	0,77	234,28
PC/MK	Meddah (2015)	248,5	CEM Tipo I	234					106,5	7,89	0,85	0,66	300,72	670	1200	185	0,35	35,8		277	1656,91	3,50	300,72	0,08	0,72	238,51
PC/MK	Meddah (2015)	242,25	CEM Tipo I	228					42,75	7,89	0,85	0,66	257,08	730	1200	185	0,38	28,5		270	814,99	3,98	257,08	0,08	0,77	218,51
PC/MK	Meddah (2015)	225,5	CEM Tipo I	212					184,5	7,89	0,85	0,66	314,34	625	1200	185	0,35	35,8		258	2689,12	3,47	314,34	0,08	0,67	243,34
PC/MK	Meddah (2015)	217	CEM Tipo I	204					93	7,89	0,85	0,66	262,60	710	1200	185	0,40	27,6		246	1465,45	4,09	262,60	0,08	0,73	212,43
PC/MK	Meddah (2015)	199,75	CEM Tipo I	188					35,25	7,89	0,85	0,66	211,98	700	1200	185	0,46	21,3		228	693,66	4,75	211,98	0,08	0,75	180,77
PC/MK	Meddah (2015)	199,5	CEM Tipo I	188					85,5	7,89	0,85	0,66	241,42	730	1200	185	0,43	24,2		230	1362,73	4,50	241,42	0,08	0,73	198,52
PC/MK	Meddah (2015)	195,25	CEM Tipo I	184					159,75	7,89	0,85	0,66	272,17	670	1200	185	0,41	27,6		227	2342,79	4,10	272,17	0,08	0,68	214,21
PC/MK	Meddah (2015)	170,5	CEM Tipo I	160					139,5	7,89	0,85	0,66	237,67	710	1200	185	0,46	20,8		202	2058,55	4,80	237,67	0,08	0,69	190,25

APÊNDICE C - Dados dos projetos de dosagem usando o método do ACI

Brita	Mistura	Fonte	Cimento PC	Água	Massa específica do concreto	Agregado miúdo	Módulo de finura	Agregado graúdo	Redutor de água	fc 28 dias (MPa)	fck (MPa)	a/tc	Custo	GWP 100
9.5	15MF2,4	ACI	345	228	2280	957	0,50	750,00	1,794869	21,9	15,0	0,66	331,1	297,66
9.5	15MF2,6	ACI	345	228	2280	987	0,48	720,00	1,794869	21,9	15,0	0,66	330,2	297,92
9.5	15MF2,8	ACI	345	228	2280	1017	0,46	690,00	1,794869	21,9	15,0	0,66	329,4	298,19
9.5	15MF3,0	ACI	345	228	2280	1047	0,44	660,00	1,794869	21,9	15,0	0,66	328,5	298,45
9.5	16MF2,4	ACI	354	228	2280	948	0,50	750,00	1,840936	22,9	16,0	0,64	335,4	304,42
9.5	16MF2,6	ACI	354	228	2280	978	0,48	720,00	1,840936	22,9	16,0	0,64	334,5	304,69
9.5	16MF2,8	ACI	354	228	2280	1008	0,46	690,00	1,840936	22,9	16,0	0,64	333,7	304,95
9.5	16MF3,0	ACI	354	228	2280	1038	0,44	660,00	1,840936	22,9	16,0	0,64	332,8	305,21
9.5	17MF2,4	ACI	363	228	2280	939	0,50	750,00	1,888186	23,9	17,0	0,63	339,8	311,35
9.5	17MF2,6	ACI	363	228	2280	969	0,48	720,00	1,888186	23,9	17,0	0,63	338,9	311,61
9.5	17MF2,8	ACI	363	228	2280	999	0,46	690,00	1,888186	23,9	17,0	0,63	338,1	311,88
9.5	17MF3,0	ACI	363	228	2280	1029	0,44	660,00	1,888186	23,9	17,0	0,63	337,2	312,14
9.5	18MF2,4	ACI	372	228	2280	930	0,50	750,00	1,936648	24,9	18,0	0,61	344,3	318,46
9.5	18MF2,6	ACI	372	228	2280	960	0,48	720,00	1,936648	24,9	18,0	0,61	343,4	318,72
9.5	18MF2,8	ACI	372	228	2280	990	0,46	690,00	1,936648	24,9	18,0	0,61	342,6	318,98
9.5	18MF3,0	ACI	372	228	2280	1020	0,44	660,00	1,936648	24,9	18,0	0,61	341,7	319,24
9.5	19MF2,4	ACI	382	228	2280	920	0,50	750,00	1,986354	25,9	19,0	0,60	348,9	325,74
9.5	19MF2,6	ACI	382	228	2280	950	0,48	720,00	1,986354	25,9	19,0	0,60	348,1	326,01
9.5	19MF2,8	ACI	382	228	2280	980	0,46	690,00	1,986354	25,9	19,0	0,60	347,2	326,27
9.5	19MF3,0	ACI	382	228	2280	1010	0,44	660,00	1,986354	25,9	19,0	0,60	346,4	326,54
9.5	20MF2,4	ACI	392	228	2280	910	0,50	750,00	2,037335	26,9	20,0	0,58	353,6	333,22
9.5	20MF2,6	ACI	392	228	2280	940	0,48	720,00	2,037335	26,9	20,0	0,58	352,8	333,49
9.5	20MF2,8	ACI	392	228	2280	970	0,46	690,00	2,037335	26,9	20,0	0,58	352,0	333,75
9.5	20MF3,0	ACI	392	228	2280	1000	0,44	660,00	2,037335	26,9	20,0	0,58	351,1	334,01
9.5	21MF2,4	ACI	416	228	2280	886	0,50	750,00	2,165094	29,3	21,0	0,55	365,5	351,96
9.5	21MF2,6	ACI	416	228	2280	916	0,48	720,00	2,165094	29,3	21,0	0,55	364,7	352,22
9.5	21MF2,8	ACI	416	228	2280	946	0,46	690,00	2,165094	29,3	21,0	0,55	363,8	352,49
9.5	21MF3,0	ACI	416	228	2280	976	0,44	660,00	2,165094	29,3	21,0	0,55	363,0	352,75
9.5	22MF2,4	ACI	427	228	2280	875	0,50	750,00	2,220663	30,3	22,0	0,53	370,7	360,10
9.5	22MF2,6	ACI	427	228	2280	905	0,48	720,00	2,220663	30,3	22,0	0,53	369,9	360,37
9.5	22MF2,8	ACI	427	228	2280	935	0,46	690,00	2,220663	30,3	22,0	0,53	369,0	360,63
9.5	22MF3,0	ACI	427	228	2280	965	0,44	660,00	2,220663	30,3	22,0	0,53	368,2	360,90
9.5	23MF2,4	ACI	438	228	2280	864	0,50	750,00	2,277659	31,3	23,0	0,52	376,0	368,46
9.5	23MF2,6	ACI	438	228	2280	894	0,48	720,00	2,277659	31,3	23,0	0,52	375,2	368,73
9.5	23MF2,8	ACI	438	228	2280	924	0,46	690,00	2,277659	31,3	23,0	0,52	374,3	368,99
9.5	23MF3,0	ACI	438	228	2280	954	0,44	660,00	2,277659	31,3	23,0	0,52	373,5	369,26
9.5	24MF2,4	ACI	449	228	2280	853	0,50	750,00	2,336117	32,3	24,0	0,51	381,5	377,03
9.5	24MF2,6	ACI	449	228	2280	883	0,48	720,00	2,336117	32,3	24,0	0,51	380,6	377,30
9.5	24MF2,8	ACI	449	228	2280	913	0,46	690,00	2,336117	32,3	24,0	0,51	379,8	377,56
9.5	24MF3,0	ACI	449	228	2280	943	0,44	660,00	2,336117	32,3	24,0	0,51	378,9	377,83

9.5	25MF2,4	ACI	461	228	2280	841	0,50	750,00	2,396076	33,3	25,0	0,49	387,0	385,83
9.5	25MF2,6	ACI	461	228	2280	871	0,48	720,00	2,396076	33,3	25,0	0,49	386,2	386,10
9.5	25MF2,8	ACI	461	228	2280	901	0,46	690,00	2,396076	33,3	25,0	0,49	385,3	386,36
9.5	25MF3,0	ACI	461	228	2280	931	0,44	660,00	2,396076	33,3	25,0	0,49	384,5	386,63
9.5	26MF2,4	ACI	473	228	2280	829	0,50	750,00	2,457573	34,3	26,0	0,48	392,8	394,85
9.5	26MF2,6	ACI	473	228	2280	859	0,48	720,00	2,457573	34,3	26,0	0,48	391,9	395,11
9.5	26MF2,8	ACI	473	228	2280	889	0,46	690,00	2,457573	34,3	26,0	0,48	391,1	395,37
9.5	26MF3,0	ACI	473	228	2280	919	0,44	660,00	2,457573	34,3	26,0	0,48	390,2	395,64
9.5	27MF2,4	ACI	485	228	2280	817	0,50	750,00	2,520649	35,3	27,0	0,47	398,6	404,10
9.5	27MF2,6	ACI	485	228	2280	847	0,48	720,00	2,520649	35,3	27,0	0,47	397,8	404,36
9.5	27MF2,8	ACI	485	228	2280	877	0,46	690,00	2,520649	35,3	27,0	0,47	396,9	404,63
9.5	27MF3,0	ACI	485	228	2280	907	0,44	660,00	2,520649	35,3	27,0	0,47	396,1	404,89
9.5	28MF2,4	ACI	497	228	2280	805	0,50	750,00	2,585344	36,3	28,0	0,46	404,7	413,59
9.5	28MF2,6	ACI	497	228	2280	835	0,48	720,00	2,585344	36,3	28,0	0,46	403,8	413,85
9.5	28MF2,8	ACI	497	228	2280	865	0,46	690,00	2,585344	36,3	28,0	0,46	403,0	414,12
9.5	28MF3,0	ACI	497	228	2280	895	0,44	660,00	2,585344	36,3	28,0	0,46	402,1	414,38
9.5	29MF2,4	ACI	510	228	2280	792	0,50	750,00	2,6517	37,3	29,0	0,45	410,8	423,32
9.5	29MF2,6	ACI	510	228	2280	822	0,48	720,00	2,6517	37,3	29,0	0,45	410,0	423,58
9.5	29MF2,8	ACI	510	228	2280	852	0,46	690,00	2,6517	37,3	29,0	0,45	409,1	423,85
9.5	29MF3,0	ACI	510	228	2280	882	0,44	660,00	2,6517	37,3	29,0	0,45	408,3	424,11
9.5	30MF2,4	ACI	523	228	2280	779	0,50	750,00	2,719758	38,3	30,0	0,44	417,2	433,30
9.5	30MF2,6	ACI	523	228	2280	809	0,48	720,00	2,719758	38,3	30,0	0,44	416,3	433,56
9.5	30MF2,8	ACI	523	228	2280	839	0,46	690,00	2,719758	38,3	30,0	0,44	415,5	433,83
9.5	30MF3,0	ACI	523	228	2280	869	0,44	660,00	2,719758	38,3	30,0	0,44	414,6	434,09
9.5	31MF2,4	ACI	536	228	2280	766	0,50	750,00	2,789563	39,3	31,0	0,43	423,7	443,53
9.5	31MF2,6	ACI	536	228	2280	796	0,48	720,00	2,789563	39,3	31,0	0,43	422,8	443,80
9.5	31MF2,8	ACI	536	228	2280	826	0,46	690,00	2,789563	39,3	31,0	0,43	422,0	444,06
9.5	31MF3,0	ACI	536	228	2280	856	0,44	660,00	2,789563	39,3	31,0	0,43	421,1	444,33
9.5	32MF2,4	ACI	550	228	2280	752	0,50	750,00	2,86116	40,3	32,0	0,41	430,3	454,03
9.5	32MF2,6	ACI	550	228	2280	782	0,48	720,00	2,86116	40,3	32,0	0,41	429,5	454,30
9.5	32MF2,8	ACI	550	228	2280	812	0,46	690,00	2,86116	40,3	32,0	0,41	428,6	454,56
9.5	32MF3,0	ACI	550	228	2280	842	0,44	660,00	2,86116	40,3	32,0	0,41	427,8	454,83
9.5	33MF2,4	ACI	564	228	2280	738	0,50	750,00	2,934595	41,3	33,0	0,40	437,2	464,81
9.5	33MF2,6	ACI	564	228	2280	768	0,48	720,00	2,934595	41,3	33,0	0,40	436,3	465,07
9.5	33MF2,8	ACI	564	228	2280	798	0,46	690,00	2,934595	41,3	33,0	0,40	435,5	465,33
9.5	33MF3,0	ACI	564	228	2280	828	0,44	660,00	2,934595	41,3	33,0	0,40	434,6	465,60
9.5	34MF2,4	ACI	579	228	2280	723	0,50	750,00	3,009914	42,3	34,0	0,39	444,2	475,85
9.5	34MF2,6	ACI	579	228	2280	753	0,48	720,00	3,009914	42,3	34,0	0,39	443,3	476,11
9.5	34MF2,8	ACI	579	228	2280	783	0,46	690,00	3,009914	42,3	34,0	0,39	442,5	476,38
9.5	34MF3,0	ACI	579	228	2280	813	0,44	660,00	3,009914	42,3	34,0	0,39	441,6	476,64
9.5	35MF2,4	ACI	614	228	2280	688	0,50	750,00	3,190566	44,6	35,0	0,37	461,0	502,34
9.5	35MF2,6	ACI	614	228	2280	718	0,48	720,00	3,190566	44,6	35,0	0,37	460,2	502,60
9.5	35MF2,8	ACI	614	228	2280	748	0,46	690,00	3,190566	44,6	35,0	0,37	459,3	502,87
9.5	35MF3,0	ACI	614	228	2280	778	0,44	660,00	3,190566	44,6	35,0	0,37	458,5	503,13
9.5	36MF2,4	ACI	629	228	2280	673	0,50	750,00	3,272455	45,6	36,0	0,36	468,6	514,35
9.5	36MF2,6	ACI	629	228	2280	703	0,48	720,00	3,272455	45,6	36,0	0,36	467,8	514,62
9.5	36MF2,8	ACI	629	228	2280	733	0,46	690,00	3,272455	45,6	36,0	0,36	466,9	514,88

9.5	36MF3,0	ACI	629	228	2280	763	0,44	660,00	3,272455	45,6	36,0	0,36	466,1	515,14
9.5	37MF2,4	ACI	645	228	2280	657	0,50	750,00	3,356446	46,6	37,0	0,35	476,4	526,67
9.5	37MF2,6	ACI	645	228	2280	687	0,48	720,00	3,356446	46,6	37,0	0,35	475,6	526,93
9.5	37MF2,8	ACI	645	228	2280	717	0,46	690,00	3,356446	46,6	37,0	0,35	474,7	527,20
9.5	37MF3,0	ACI	645	228	2280	747	0,44	660,00	3,356446	46,6	37,0	0,35	473,9	527,46
9.5	38MF2,4	ACI	662	228	2280	640	0,50	750,00	3,442592	47,6	38,0	0,34	484,5	539,30
9.5	38MF2,6	ACI	662	228	2280	670	0,48	720,00	3,442592	47,6	38,0	0,34	483,6	539,57
9.5	38MF2,8	ACI	662	228	2280	700	0,46	690,00	3,442592	47,6	38,0	0,34	482,8	539,83
9.5	38MF3,0	ACI	662	228	2280	730	0,44	660,00	3,442592	47,6	38,0	0,34	481,9	540,10
9.5	39MF2,4	ACI	679	228	2280	623	0,50	750,00	3,530949	48,6	39,0	0,34	492,7	552,26
9.5	39MF2,6	ACI	679	228	2280	653	0,48	720,00	3,530949	48,6	39,0	0,34	491,8	552,52
9.5	39MF2,8	ACI	679	228	2280	683	0,46	690,00	3,530949	48,6	39,0	0,34	491,0	552,79
9.5	39MF3,0	ACI	679	228	2280	713	0,44	660,00	3,530949	48,6	39,0	0,34	490,1	553,05
9.5	40MF2,4	ACI	696	228	2280	606	0,50	750,00	3,621575	49,6	40,0	0,33	501,1	565,55
9.5	40MF2,6	ACI	696	228	2280	636	0,48	720,00	3,621575	49,6	40,0	0,33	500,3	565,81
9.5	40MF2,8	ACI	696	228	2280	666	0,46	690,00	3,621575	49,6	40,0	0,33	499,4	566,08
9.5	40MF3,0	ACI	696	228	2280	696	0,44	660,00	3,621575	49,6	40,0	0,33	498,6	566,34
12.5	15MF2,4	ACI	327	216	2310	882	0,59	885,00	1,700402	21,9	15,0	0,66	299,4	283,37
12.5	15MF2,6	ACI	327	216	2310	912	0,57	855,00	1,700402	21,9	15,0	0,66	299,6	283,63
12.5	15MF2,8	ACI	327	216	2310	942	0,55	825,00	1,700402	21,9	15,0	0,66	299,7	283,89
12.5	15MF3,0	ACI	327	216	2310	972	0,53	795,00	1,700402	21,9	15,0	0,66	299,9	284,16
12.5	16MF2,4	ACI	335	216	2310	874	0,59	885,00	1,744045	22,9	16,0	0,64	303,5	289,77
12.5	16MF2,6	ACI	335	216	2310	904	0,57	855,00	1,744045	22,9	16,0	0,64	303,6	290,03
12.5	16MF2,8	ACI	335	216	2310	934	0,55	825,00	1,744045	22,9	16,0	0,64	303,8	290,29
12.5	16MF3,0	ACI	335	216	2310	964	0,53	795,00	1,744045	22,9	16,0	0,64	303,9	290,56
12.5	17MF2,4	ACI	344	216	2310	865	0,59	885,00	1,788808	23,9	17,0	0,63	307,6	296,33
12.5	17MF2,6	ACI	344	216	2310	895	0,57	855,00	1,788808	23,9	17,0	0,63	307,8	296,59
12.5	17MF2,8	ACI	344	216	2310	925	0,55	825,00	1,788808	23,9	17,0	0,63	307,9	296,86
12.5	17MF3,0	ACI	344	216	2310	955	0,53	795,00	1,788808	23,9	17,0	0,63	308,1	297,12
12.5	18MF2,4	ACI	353	216	2310	856	0,59	885,00	1,834719	24,9	18,0	0,61	311,9	303,06
12.5	18MF2,6	ACI	353	216	2310	886	0,57	855,00	1,834719	24,9	18,0	0,61	312,1	303,32
12.5	18MF2,8	ACI	353	216	2310	916	0,55	825,00	1,834719	24,9	18,0	0,61	312,2	303,59
12.5	18MF3,0	ACI	353	216	2310	946	0,53	795,00	1,834719	24,9	18,0	0,61	312,4	303,85
12.5	19MF2,4	ACI	362	216	2310	847	0,59	885,00	1,881809	25,9	19,0	0,60	316,3	309,97
12.5	19MF2,6	ACI	362	216	2310	877	0,57	855,00	1,881809	25,9	19,0	0,60	316,4	310,23
12.5	19MF2,8	ACI	362	216	2310	907	0,55	825,00	1,881809	25,9	19,0	0,60	316,6	310,50
12.5	19MF3,0	ACI	362	216	2310	937	0,53	795,00	1,881809	25,9	19,0	0,60	316,7	310,76
12.5	20MF2,4	ACI	371	216	2310	838	0,59	885,00	1,930107	26,9	20,0	0,58	320,8	317,05
12.5	20MF2,6	ACI	371	216	2310	868	0,57	855,00	1,930107	26,9	20,0	0,58	320,9	317,31
12.5	20MF2,8	ACI	371	216	2310	898	0,55	825,00	1,930107	26,9	20,0	0,58	321,1	317,58
12.5	20MF3,0	ACI	371	216	2310	928	0,53	795,00	1,930107	26,9	20,0	0,58	321,2	317,84
12.5	21MF2,4	ACI	394	216	2310	815	0,59	885,00	2,051142	29,3	21,0	0,55	332,1	334,80
12.5	21MF2,6	ACI	394	216	2310	845	0,57	855,00	2,051142	29,3	21,0	0,55	332,2	335,07
12.5	21MF2,8	ACI	394	216	2310	875	0,55	825,00	2,051142	29,3	21,0	0,55	332,4	335,33
12.5	21MF3,0	ACI	394	216	2310	905	0,53	795,00	2,051142	29,3	21,0	0,55	332,5	335,59
12.5	22MF2,4	ACI	405	216	2310	804	0,59	885,00	2,103786	30,3	22,0	0,53	337,0	342,52
12.5	22MF2,6	ACI	405	216	2310	834	0,57	855,00	2,103786	30,3	22,0	0,53	337,1	342,79

12.5	22MF2,8	ACI	405	216	2310	864	0,55	825,00	2,103786	30,3	22,0	0,53	337,3	343,05
12.5	22MF3,0	ACI	405	216	2310	894	0,53	795,00	2,103786	30,3	22,0	0,53	337,4	343,32
12.5	23MF2,4	ACI	415	216	2310	794	0,59	885,00	2,157782	31,3	23,0	0,52	342,0	350,44
12.5	23MF2,6	ACI	415	216	2310	824	0,57	855,00	2,157782	31,3	23,0	0,52	342,1	350,71
12.5	23MF2,8	ACI	415	216	2310	854	0,55	825,00	2,157782	31,3	23,0	0,52	342,3	350,97
12.5	23MF3,0	ACI	415	216	2310	884	0,53	795,00	2,157782	31,3	23,0	0,52	342,4	351,23
12.5	24MF2,4	ACI	426	216	2310	783	0,59	885,00	2,213164	32,3	24,0	0,51	347,1	358,56
12.5	24MF2,6	ACI	426	216	2310	813	0,57	855,00	2,213164	32,3	24,0	0,51	347,3	358,82
12.5	24MF2,8	ACI	426	216	2310	843	0,55	825,00	2,213164	32,3	24,0	0,51	347,4	359,09
12.5	24MF3,0	ACI	426	216	2310	873	0,53	795,00	2,213164	32,3	24,0	0,51	347,6	359,35
12.5	25MF2,4	ACI	437	216	2310	772	0,59	885,00	2,269967	33,3	25,0	0,49	352,4	366,89
12.5	25MF2,6	ACI	437	216	2310	802	0,57	855,00	2,269967	33,3	25,0	0,49	352,6	367,15
12.5	25MF2,8	ACI	437	216	2310	832	0,55	825,00	2,269967	33,3	25,0	0,49	352,7	367,42
12.5	25MF3,0	ACI	437	216	2310	862	0,53	795,00	2,269967	33,3	25,0	0,49	352,9	367,68
12.5	26MF2,4	ACI	448	216	2310	761	0,59	885,00	2,328227	34,3	26,0	0,48	357,9	375,44
12.5	26MF2,6	ACI	448	216	2310	791	0,57	855,00	2,328227	34,3	26,0	0,48	358,0	375,70
12.5	26MF2,8	ACI	448	216	2310	821	0,55	825,00	2,328227	34,3	26,0	0,48	358,2	375,97
12.5	26MF3,0	ACI	448	216	2310	851	0,53	795,00	2,328227	34,3	26,0	0,48	358,3	376,23
12.5	27MF2,4	ACI	459	216	2310	750	0,59	885,00	2,387984	35,3	27,0	0,47	363,4	384,20
12.5	27MF2,6	ACI	459	216	2310	780	0,57	855,00	2,387984	35,3	27,0	0,47	363,6	384,47
12.5	27MF2,8	ACI	459	216	2310	810	0,55	825,00	2,387984	35,3	27,0	0,47	363,7	384,73
12.5	27MF3,0	ACI	459	216	2310	840	0,53	795,00	2,387984	35,3	27,0	0,47	363,9	384,99
12.5	28MF2,4	ACI	471	216	2310	738	0,59	885,00	2,449274	36,3	28,0	0,46	369,1	393,18
12.5	28MF2,6	ACI	471	216	2310	768	0,57	855,00	2,449274	36,3	28,0	0,46	369,3	393,45
12.5	28MF2,8	ACI	471	216	2310	798	0,55	825,00	2,449274	36,3	28,0	0,46	369,4	393,71
12.5	28MF3,0	ACI	471	216	2310	828	0,53	795,00	2,449274	36,3	28,0	0,46	369,6	393,98
12.5	29MF2,4	ACI	483	216	2310	726	0,59	885,00	2,512137	37,3	29,0	0,45	375,0	402,41
12.5	29MF2,6	ACI	483	216	2310	756	0,57	855,00	2,512137	37,3	29,0	0,45	375,1	402,67
12.5	29MF2,8	ACI	483	216	2310	786	0,55	825,00	2,512137	37,3	29,0	0,45	375,3	402,94
12.5	29MF3,0	ACI	483	216	2310	816	0,53	795,00	2,512137	37,3	29,0	0,45	375,4	403,20
12.5	30MF2,4	ACI	496	216	2310	713	0,59	885,00	2,576613	38,3	30,0	0,44	381,0	411,86
12.5	30MF2,6	ACI	496	216	2310	743	0,57	855,00	2,576613	38,3	30,0	0,44	381,1	412,12
12.5	30MF2,8	ACI	496	216	2310	773	0,55	825,00	2,576613	38,3	30,0	0,44	381,3	412,39
12.5	30MF3,0	ACI	496	216	2310	803	0,53	795,00	2,576613	38,3	30,0	0,44	381,4	412,65
12.5	31MF2,4	ACI	508	216	2310	701	0,59	885,00	2,642744	39,3	31,0	0,43	387,1	421,56
12.5	31MF2,6	ACI	508	216	2310	731	0,57	855,00	2,642744	39,3	31,0	0,43	387,3	421,83
12.5	31MF2,8	ACI	508	216	2310	761	0,55	825,00	2,642744	39,3	31,0	0,43	387,4	422,09
12.5	31MF3,0	ACI	508	216	2310	791	0,53	795,00	2,642744	39,3	31,0	0,43	387,6	422,35
12.5	32MF2,4	ACI	521	216	2310	688	0,59	885,00	2,710573	40,3	32,0	0,41	393,4	431,50
12.5	32MF2,6	ACI	521	216	2310	718	0,57	855,00	2,710573	40,3	32,0	0,41	393,6	431,77
12.5	32MF2,8	ACI	521	216	2310	748	0,55	825,00	2,710573	40,3	32,0	0,41	393,7	432,03
12.5	32MF3,0	ACI	521	216	2310	778	0,53	795,00	2,710573	40,3	32,0	0,41	393,9	432,30
12.5	33MF2,4	ACI	535	216	2310	674	0,59	885,00	2,780142	41,3	33,0	0,40	399,9	441,71
12.5	33MF2,6	ACI	535	216	2310	704	0,57	855,00	2,780142	41,3	33,0	0,40	400,1	441,98
12.5	33MF2,8	ACI	535	216	2310	734	0,55	825,00	2,780142	41,3	33,0	0,40	400,2	442,24
12.5	33MF3,0	ACI	535	216	2310	764	0,53	795,00	2,780142	41,3	33,0	0,40	400,4	442,50
12.5	34MF2,4	ACI	548	216	2310	661	0,59	885,00	2,851497	42,3	34,0	0,39	406,6	452,17

12.5	34MF2,6	ACI	548	216	2310	691	0,57	855,00	2,851497	42,3	34,0	0,39	406,7	452,44
12.5	34MF2,8	ACI	548	216	2310	721	0,55	825,00	2,851497	42,3	34,0	0,39	406,9	452,70
12.5	34MF3,0	ACI	548	216	2310	751	0,53	795,00	2,851497	42,3	34,0	0,39	407,0	452,97
12.5	35MF2,4	ACI	581	216	2310	628	0,59	885,00	3,022641	44,6	35,0	0,37	422,5	477,27
12.5	35MF2,6	ACI	581	216	2310	658	0,57	855,00	3,022641	44,6	35,0	0,37	422,6	477,54
12.5	35MF2,8	ACI	581	216	2310	688	0,55	825,00	3,022641	44,6	35,0	0,37	422,8	477,80
12.5	35MF3,0	ACI	581	216	2310	718	0,53	795,00	3,022641	44,6	35,0	0,37	422,9	478,60
12.5	36MF2,4	ACI	596	216	2310	613	0,59	885,00	3,10022	45,6	36,0	0,36	429,7	488,65
12.5	36MF2,6	ACI	596	216	2310	643	0,57	855,00	3,10022	45,6	36,0	0,36	429,9	488,91
12.5	36MF2,8	ACI	596	216	2310	673	0,55	825,00	3,10022	45,6	36,0	0,36	430,0	489,17
12.5	36MF3,0	ACI	596	216	2310	703	0,53	795,00	3,10022	45,6	36,0	0,36	430,2	489,44
12.5	37MF2,4	ACI	611	216	2310	598	0,59	885,00	3,17979	46,6	37,0	0,35	437,1	500,32
12.5	37MF2,6	ACI	611	216	2310	628	0,57	855,00	3,17979	46,6	37,0	0,35	437,3	500,58
12.5	37MF2,8	ACI	611	216	2310	658	0,55	825,00	3,17979	46,6	37,0	0,35	437,4	500,85
12.5	37MF3,0	ACI	611	216	2310	688	0,53	795,00	3,17979	46,6	37,0	0,35	437,6	501,11
12.5	38MF2,4	ACI	627	216	2310	582	0,59	885,00	3,261403	47,6	38,0	0,34	444,7	512,29
12.5	38MF2,6	ACI	627	216	2310	612	0,57	855,00	3,261403	47,6	38,0	0,34	444,9	512,55
12.5	38MF2,8	ACI	627	216	2310	642	0,55	825,00	3,261403	47,6	38,0	0,34	445,0	512,81
12.5	38MF3,0	ACI	627	216	2310	672	0,53	795,00	3,261403	47,6	38,0	0,34	445,2	513,08
12.5	39MF2,4	ACI	643	216	2310	566	0,59	885,00	3,34511	48,6	39,0	0,34	452,5	524,56
12.5	39MF2,6	ACI	643	216	2310	596	0,57	855,00	3,34511	48,6	39,0	0,34	452,7	524,83
12.5	39MF2,8	ACI	643	216	2310	626	0,55	825,00	3,34511	48,6	39,0	0,34	452,8	525,09
12.5	39MF3,0	ACI	643	216	2310	656	0,53	795,00	3,34511	48,6	39,0	0,34	453,0	525,35
12.5	40MF2,4	ACI	660	216	2310	549	0,59	885,00	3,430965	49,6	40,0	0,33	460,5	537,15
12.5	40MF2,6	ACI	660	216	2310	579	0,57	855,00	3,430965	49,6	40,0	0,33	460,7	537,42
12.5	40MF2,8	ACI	660	216	2310	609	0,55	825,00	3,430965	49,6	40,0	0,33	460,8	537,68
12.5	40MF3,0	ACI	660	216	2310	639	0,53	795,00	3,430965	49,6	40,0	0,33	461,0	537,94
19	15MF2,4	ACI	310	205	2345	840	0,66	990,00	1,613808	21,9	15,0	0,66	293,8	270,56
19	15MF2,6	ACI	310	205	2345	870	0,64	960,00	1,613808	21,9	15,0	0,66	294,0	270,82
19	15MF2,8	ACI	310	205	2345	900	0,62	930,00	1,613808	21,9	15,0	0,66	294,1	271,08
19	15MF3,0	ACI	310	205	2345	930	0,60	900,00	1,613808	21,9	15,0	0,66	294,3	271,35
19	16MF2,4	ACI	318	205	2345	832	0,66	990,00	1,655228	22,9	16,0	0,64	297,7	276,64
19	16MF2,6	ACI	318	205	2345	862	0,64	960,00	1,655228	22,9	16,0	0,64	297,8	276,90
19	16MF2,8	ACI	318	205	2345	892	0,62	930,00	1,655228	22,9	16,0	0,64	298,0	277,16
19	16MF3,0	ACI	318	205	2345	922	0,60	900,00	1,655228	22,9	16,0	0,64	298,1	277,43
19	17MF2,4	ACI	326	205	2345	824	0,66	990,00	1,697711	23,9	17,0	0,63	301,6	282,86
19	17MF2,6	ACI	326	205	2345	854	0,64	960,00	1,697711	23,9	17,0	0,63	301,8	283,12
19	17MF2,8	ACI	326	205	2345	884	0,62	930,00	1,697711	23,9	17,0	0,63	301,9	283,39
19	17MF3,0	ACI	326	205	2345	914	0,60	900,00	1,697711	23,9	17,0	0,63	302,1	283,65
19	18MF2,4	ACI	335	205	2345	815	0,66	990,00	1,741284	24,9	18,0	0,61	305,7	289,25
19	18MF2,6	ACI	335	205	2345	845	0,64	960,00	1,741284	24,9	18,0	0,61	305,8	289,52
19	18MF2,8	ACI	335	205	2345	875	0,62	930,00	1,741284	24,9	18,0	0,61	306,0	289,78
19	18MF3,0	ACI	335	205	2345	905	0,60	900,00	1,741284	24,9	18,0	0,61	306,1	290,05
19	19MF2,4	ACI	343	205	2345	807	0,66	990,00	1,785976	25,9	19,0	0,60	309,9	295,81
19	19MF2,6	ACI	343	205	2345	837	0,64	960,00	1,785976	25,9	19,0	0,60	310,0	296,07
19	19MF2,8	ACI	343	205	2345	867	0,62	930,00	1,785976	25,9	19,0	0,60	310,2	296,34
19	19MF3,0	ACI	343	205	2345	897	0,60	900,00	1,785976	25,9	19,0	0,60	310,3	296,60

19	20MF2,4	ACI	352	205	2345	798	0,66	990,00	1,831815	26,9	20,0	0,58	314,1	302,53
19	20MF2,6	ACI	352	205	2345	828	0,64	960,00	1,831815	26,9	20,0	0,58	314,3	302,79
19	20MF2,8	ACI	352	205	2345	858	0,62	930,00	1,831815	26,9	20,0	0,58	314,4	303,05
19	20MF3,0	ACI	352	205	2345	888	0,60	900,00	1,831815	26,9	20,0	0,58	314,6	303,32
19	21MF2,4	ACI	374	205	2345	776	0,66	990,00	1,946686	29,3	21,0	0,55	324,8	319,38
19	21MF2,6	ACI	374	205	2345	806	0,64	960,00	1,946686	29,3	21,0	0,55	325,0	319,64
19	21MF2,8	ACI	374	205	2345	836	0,62	930,00	1,946686	29,3	21,0	0,55	325,1	319,90
19	21MF3,0	ACI	374	205	2345	866	0,60	900,00	1,946686	29,3	21,0	0,55	325,3	320,17
19	22MF2,4	ACI	384	205	2345	766	0,66	990,00	1,996649	30,3	22,0	0,53	329,5	326,70
19	22MF2,6	ACI	384	205	2345	796	0,64	960,00	1,996649	30,3	22,0	0,53	329,6	326,97
19	22MF2,8	ACI	384	205	2345	826	0,62	930,00	1,996649	30,3	22,0	0,53	329,8	327,23
19	22MF3,0	ACI	384	205	2345	856	0,60	900,00	1,996649	30,3	22,0	0,53	329,9	327,49
19	23MF2,4	ACI	394	205	2345	756	0,66	990,00	2,047895	31,3	23,0	0,52	334,2	334,22
19	23MF2,6	ACI	394	205	2345	786	0,64	960,00	2,047895	31,3	23,0	0,52	334,4	334,48
19	23MF2,8	ACI	394	205	2345	816	0,62	930,00	2,047895	31,3	23,0	0,52	334,5	334,75
19	23MF3,0	ACI	394	205	2345	846	0,60	900,00	2,047895	31,3	23,0	0,52	334,7	335,00
19	24MF2,4	ACI	404	205	2345	746	0,66	990,00	2,100456	32,3	24,0	0,51	339,1	341,92
19	24MF2,6	ACI	404	205	2345	776	0,64	960,00	2,100456	32,3	24,0	0,51	339,3	342,19
19	24MF2,8	ACI	404	205	2345	806	0,62	930,00	2,100456	32,3	24,0	0,51	339,4	342,45
19	24MF3,0	ACI	404	205	2345	836	0,60	900,00	2,100456	32,3	24,0	0,51	339,6	342,72
19	25MF2,4	ACI	414	205	2345	736	0,66	990,00	2,154366	33,3	25,0	0,49	344,1	349,83
19	25MF2,6	ACI	414	205	2345	766	0,64	960,00	2,154366	33,3	25,0	0,49	344,3	350,09
19	25MF2,8	ACI	414	205	2345	796	0,62	930,00	2,154366	33,3	25,0	0,49	344,4	350,36
19	25MF3,0	ACI	414	205	2345	826	0,60	900,00	2,154366	33,3	25,0	0,49	344,6	350,62
19	26MF2,4	ACI	425	205	2345	725	0,66	990,00	2,20966	34,3	26,0	0,48	349,3	357,94
19	26MF2,6	ACI	425	205	2345	755	0,64	960,00	2,20966	34,3	26,0	0,48	349,4	358,20
19	26MF2,8	ACI	425	205	2345	785	0,62	930,00	2,20966	34,3	26,0	0,48	349,6	358,47
19	26MF3,0	ACI	425	205	2345	815	0,60	900,00	2,20966	34,3	26,0	0,48	349,7	358,73
19	27MF2,4	ACI	436	205	2345	714	0,66	990,00	2,266373	35,3	27,0	0,47	354,6	366,25
19	27MF2,6	ACI	436	205	2345	744	0,64	960,00	2,266373	35,3	27,0	0,47	354,7	366,52
19	27MF2,8	ACI	436	205	2345	774	0,62	930,00	2,266373	35,3	27,0	0,47	354,9	366,78
19	27MF3,0	ACI	436	205	2345	804	0,60	900,00	2,266373	35,3	27,0	0,47	355,0	367,05
19	28MF2,4	ACI	447	205	2345	703	0,66	990,00	2,324542	36,3	28,0	0,46	360,0	374,79
19	28MF2,6	ACI	447	205	2345	733	0,64	960,00	2,324542	36,3	28,0	0,46	360,1	375,05
19	28MF2,8	ACI	447	205	2345	763	0,62	930,00	2,324542	36,3	28,0	0,46	360,3	375,32
19	28MF3,0	ACI	447	205	2345	793	0,60	900,00	2,324542	36,3	28,0	0,46	360,4	375,58
19	29MF2,4	ACI	459	205	2345	691	0,66	990,00	2,384204	37,3	29,0	0,45	365,5	383,54
19	29MF2,6	ACI	459	205	2345	721	0,64	960,00	2,384204	37,3	29,0	0,45	365,7	383,80
19	29MF2,8	ACI	459	205	2345	751	0,62	930,00	2,384204	37,3	29,0	0,45	365,8	384,06
19	29MF3,0	ACI	459	205	2345	781	0,60	900,00	2,384204	37,3	29,0	0,45	366,0	384,33
19	30MF2,4	ACI	470	205	2345	680	0,66	990,00	2,445397	38,3	30,0	0,44	371,2	392,51
19	30MF2,6	ACI	470	205	2345	710	0,64	960,00	2,445397	38,3	30,0	0,44	371,4	392,78
19	30MF2,8	ACI	470	205	2345	740	0,62	930,00	2,445397	38,3	30,0	0,44	371,5	393,04
19	30MF3,0	ACI	470	205	2345	770	0,60	900,00	2,445397	38,3	30,0	0,44	371,7	393,30
19	31MF2,4	ACI	482	205	2345	668	0,66	990,00	2,50816	39,3	31,0	0,43	377,1	401,71
19	31MF2,6	ACI	482	205	2345	698	0,64	960,00	2,50816	39,3	31,0	0,43	377,2	401,98
19	31MF2,8	ACI	482	205	2345	728	0,62	930,00	2,50816	39,3	31,0	0,43	377,4	402,24

19	31MF3,0	ACI	482	205	2345	758	0,60	900,00	2,50816	39,3	31,0	0,43	377,5	402,51
19	32MF2,4	ACI	495	205	2345	655	0,66	990,00	2,572534	40,3	32,0	0,41	383,1	411,16
19	32MF2,6	ACI	495	205	2345	685	0,64	960,00	2,572534	40,3	32,0	0,41	383,2	411,42
19	32MF2,8	ACI	495	205	2345	715	0,62	930,00	2,572534	40,3	32,0	0,41	383,4	411,69
19	32MF3,0	ACI	495	205	2345	745	0,60	900,00	2,572534	40,3	32,0	0,41	383,5	411,95
19	33MF2,4	ACI	507	205	2345	643	0,66	990,00	2,638561	41,3	33,0	0,40	389,2	420,84
19	33MF2,6	ACI	507	205	2345	673	0,64	960,00	2,638561	41,3	33,0	0,40	389,4	421,10
19	33MF2,8	ACI	507	205	2345	703	0,62	930,00	2,638561	41,3	33,0	0,40	389,5	421,36
19	33MF3,0	ACI	507	205	2345	733	0,60	900,00	2,638561	41,3	33,0	0,40	389,7	421,63
19	34MF2,4	ACI	520	205	2345	630	0,66	990,00	2,706282	42,3	34,0	0,39	395,5	430,77
19	34MF2,6	ACI	520	205	2345	660	0,64	960,00	2,706282	42,3	34,0	0,39	395,7	431,04
19	34MF2,8	ACI	520	205	2345	690	0,62	930,00	2,706282	42,3	34,0	0,39	395,8	431,30
19	34MF3,0	ACI	520	205	2345	720	0,60	900,00	2,706282	42,3	34,0	0,39	396,0	431,56
19	35MF2,4	ACI	552	205	2345	598	0,66	990,00	2,868711	44,6	35,0	0,37	410,6	454,59
19	35MF2,6	ACI	552	205	2345	628	0,64	960,00	2,868711	44,6	35,0	0,37	410,8	454,85
19	35MF2,8	ACI	552	205	2345	658	0,62	930,00	2,868711	44,6	35,0	0,37	410,9	455,12
19	35MF3,0	ACI	552	205	2345	688	0,60	900,00	2,868711	44,6	35,0	0,37	411,1	455,38
19	36MF2,4	ACI	566	205	2345	584	0,66	990,00	2,942339	45,6	36,0	0,36	417,5	465,39
19	36MF2,6	ACI	566	205	2345	614	0,64	960,00	2,942339	45,6	36,0	0,36	417,7	465,65
19	36MF2,8	ACI	566	205	2345	644	0,62	930,00	2,942339	45,6	36,0	0,36	417,8	465,92
19	36MF3,0	ACI	566	205	2345	674	0,60	900,00	2,942339	45,6	36,0	0,36	418,0	466,18
19	37MF2,4	ACI	580	205	2345	570	0,66	990,00	3,017857	46,6	37,0	0,35	424,5	476,46
19	37MF2,6	ACI	580	205	2345	600	0,64	960,00	3,017857	46,6	37,0	0,35	424,7	476,73
19	37MF2,8	ACI	580	205	2345	630	0,62	930,00	3,017857	46,6	37,0	0,35	424,8	476,99
19	37MF3,0	ACI	580	205	2345	660	0,60	900,00	3,017857	46,6	37,0	0,35	425,0	477,25
19	38MF2,4	ACI	595	205	2345	555	0,66	990,00	3,095313	47,6	38,0	0,34	431,7	487,82
19	38MF2,6	ACI	595	205	2345	585	0,64	960,00	3,095313	47,6	38,0	0,34	431,9	488,08
19	38MF2,8	ACI	595	205	2345	615	0,62	930,00	3,095313	47,6	38,0	0,34	432,0	488,35
19	38MF3,0	ACI	595	205	2345	645	0,60	900,00	3,095313	47,6	38,0	0,34	432,2	488,61
19	39MF2,4	ACI	611	205	2345	539	0,66	990,00	3,174757	48,6	39,0	0,34	439,1	499,47
19	39MF2,6	ACI	611	205	2345	569	0,64	960,00	3,174757	48,6	39,0	0,34	439,3	499,73
19	39MF2,8	ACI	611	205	2345	599	0,62	930,00	3,174757	48,6	39,0	0,34	439,4	500,00
19	39MF3,0	ACI	611	205	2345	629	0,60	900,00	3,174757	48,6	39,0	0,34	439,6	500,26
19	40MF2,4	ACI	626	205	2345	524	0,66	990,00	3,25624	49,6	40,0	0,33	446,7	511,42
19	40MF2,6	ACI	626	205	2345	554	0,64	960,00	3,25624	49,6	40,0	0,33	446,9	511,69
19	40MF2,8	ACI	626	205	2345	584	0,62	930,00	3,25624	49,6	40,0	0,33	447,0	511,95
19	40MF3,0	ACI	626	205	2345	614	0,60	900,00	3,25624	49,6	40,0	0,33	447,2	512,21
25	15MF2,4	ACI	292	193	2380	830	0,71	1065,00	1,519341	21,9	15,0	0,66	287,7	256,88
25	15MF2,6	ACI	292	193	2380	860	0,69	1035,00	1,519341	21,9	15,0	0,66	287,9	257,14
25	15MF2,8	ACI	292	193	2380	890	0,67	1005,00	1,519341	21,9	15,0	0,66	288,0	257,41
25	15MF3,0	ACI	292	193	2380	920	0,65	975,00	1,519341	21,9	15,0	0,66	288,2	257,67
25	16MF2,4	ACI	300	193	2380	822	0,71	1065,00	1,558336	22,9	16,0	0,64	291,4	262,60
25	16MF2,6	ACI	300	193	2380	852	0,69	1035,00	1,558336	22,9	16,0	0,64	291,5	262,86
25	16MF2,8	ACI	300	193	2380	882	0,67	1005,00	1,558336	22,9	16,0	0,64	291,7	263,13
25	16MF3,0	ACI	300	193	2380	912	0,65	975,00	1,558336	22,9	16,0	0,64	291,8	263,39
25	17MF2,4	ACI	307	193	2380	815	0,71	1065,00	1,598333	23,9	17,0	0,63	295,1	268,46
25	17MF2,6	ACI	307	193	2380	845	0,69	1035,00	1,598333	23,9	17,0	0,63	295,2	268,73

25	17MF2,8	ACI	307	193	2380	875	0,67	1005,00	1,598333	23,9	17,0	0,63	295,4	268,99
25	17MF3,0	ACI	307	193	2380	905	0,65	975,00	1,598333	23,9	17,0	0,63	295,5	269,26
25	18MF2,4	ACI	315	193	2380	807	0,71	1065,00	1,639355	24,9	18,0	0,61	298,9	274,48
25	18MF2,6	ACI	315	193	2380	837	0,69	1035,00	1,639355	24,9	18,0	0,61	299,0	274,74
25	18MF2,8	ACI	315	193	2380	867	0,67	1005,00	1,639355	24,9	18,0	0,61	299,2	275,00
25	18MF3,0	ACI	315	193	2380	897	0,65	975,00	1,639355	24,9	18,0	0,61	299,3	275,27
25	19MF2,4	ACI	323	193	2380	799	0,71	1065,00	1,681431	25,9	19,0	0,60	302,8	280,65
25	19MF2,6	ACI	323	193	2380	829	0,69	1035,00	1,681431	25,9	19,0	0,60	303,0	280,91
25	19MF2,8	ACI	323	193	2380	859	0,67	1005,00	1,681431	25,9	19,0	0,60	303,1	281,18
25	19MF3,0	ACI	323	193	2380	889	0,65	975,00	1,681431	25,9	19,0	0,60	303,3	281,44
25	20MF2,4	ACI	332	193	2380	790	0,71	1065,00	1,724587	26,9	20,0	0,58	306,8	286,98
25	20MF2,6	ACI	332	193	2380	820	0,69	1035,00	1,724587	26,9	20,0	0,58	307,0	287,24
25	20MF2,8	ACI	332	193	2380	850	0,67	1005,00	1,724587	26,9	20,0	0,58	307,1	287,51
25	20MF3,0	ACI	332	193	2380	880	0,65	975,00	1,724587	26,9	20,0	0,58	307,3	287,77
25	21MF2,4	ACI	352	193	2380	770	0,71	1065,00	1,832733	29,3	21,0	0,55	316,9	302,84
25	21MF2,6	ACI	352	193	2380	800	0,69	1035,00	1,832733	29,3	21,0	0,55	317,1	303,10
25	21MF2,8	ACI	352	193	2380	830	0,67	1005,00	1,832733	29,3	21,0	0,55	317,2	303,37
25	21MF3,0	ACI	352	193	2380	860	0,65	975,00	1,832733	29,3	21,0	0,55	317,4	303,63
25	22MF2,4	ACI	361	193	2380	761	0,71	1065,00	1,879772	30,3	22,0	0,53	321,3	309,73
25	22MF2,6	ACI	361	193	2380	791	0,69	1035,00	1,879772	30,3	22,0	0,53	321,4	310,00
25	22MF2,8	ACI	361	193	2380	821	0,67	1005,00	1,879772	30,3	22,0	0,53	321,6	310,26
25	22MF3,0	ACI	361	193	2380	851	0,65	975,00	1,879772	30,3	22,0	0,53	321,7	310,52
25	23MF2,4	ACI	371	193	2380	751	0,71	1065,00	1,928018	31,3	23,0	0,52	325,8	316,81
25	23MF2,6	ACI	371	193	2380	781	0,69	1035,00	1,928018	31,3	23,0	0,52	325,9	317,07
25	23MF2,8	ACI	371	193	2380	811	0,67	1005,00	1,928018	31,3	23,0	0,52	326,1	317,33
25	23MF3,0	ACI	371	193	2380	841	0,65	975,00	1,928018	31,3	23,0	0,52	326,2	317,60
25	24MF2,4	ACI	380	193	2380	742	0,71	1065,00	1,977503	32,3	24,0	0,51	330,4	324,07
25	24MF2,6	ACI	380	193	2380	772	0,69	1035,00	1,977503	32,3	24,0	0,51	330,5	324,33
25	24MF2,8	ACI	380	193	2380	802	0,67	1005,00	1,977503	32,3	24,0	0,51	330,7	324,59
25	24MF3,0	ACI	380	193	2380	832	0,65	975,00	1,977503	32,3	24,0	0,51	330,8	324,86
25	25MF2,4	ACI	390	193	2380	732	0,71	1065,00	2,028257	33,3	25,0	0,49	335,1	331,51
25	25MF2,6	ACI	390	193	2380	762	0,69	1035,00	2,028257	33,3	25,0	0,49	335,3	331,77
25	25MF2,8	ACI	390	193	2380	792	0,67	1005,00	2,028257	33,3	25,0	0,49	335,4	332,04
25	25MF3,0	ACI	390	193	2380	822	0,65	975,00	2,028257	33,3	25,0	0,49	335,6	332,01
25	26MF2,4	ACI	400	193	2380	722	0,71	1065,00	2,080314	34,3	26,0	0,48	339,9	339,14
25	26MF2,6	ACI	400	193	2380	752	0,69	1035,00	2,080314	34,3	26,0	0,48	340,1	339,41
25	26MF2,8	ACI	400	193	2380	782	0,67	1005,00	2,080314	34,3	26,0	0,48	340,2	339,67
25	26MF3,0	ACI	400	193	2380	812	0,65	975,00	2,080314	34,3	26,0	0,48	340,4	339,93
25	27MF2,4	ACI	410	193	2380	712	0,71	1065,00	2,133708	35,3	27,0	0,47	344,9	346,97
25	27MF2,6	ACI	410	193	2380	742	0,69	1035,00	2,133708	35,3	27,0	0,47	345,1	347,24
25	27MF2,8	ACI	410	193	2380	772	0,67	1005,00	2,133708	35,3	27,0	0,47	345,2	347,50
25	27MF3,0	ACI	410	193	2380	802	0,65	975,00	2,133708	35,3	27,0	0,47	345,4	347,76
25	28MF2,4	ACI	421	193	2380	701	0,71	1065,00	2,188471	36,3	28,0	0,46	350,0	355,00
25	28MF2,6	ACI	421	193	2380	731	0,69	1035,00	2,188471	36,3	28,0	0,46	350,2	355,27
25	28MF2,8	ACI	421	193	2380	761	0,67	1005,00	2,188471	36,3	28,0	0,46	350,3	355,53
25	28MF3,0	ACI	421	193	2380	791	0,65	975,00	2,188471	36,3	28,0	0,46	350,5	355,79
25	29MF2,4	ACI	432	193	2380	690	0,71	1065,00	2,244641	37,3	29,0	0,45	355,2	363,24

25	29MF2,6	ACI	432	193	2380	720	0,69	1035,00	2,244641	37,3	29,0	0,45	355,4	363,51
25	29MF2,8	ACI	432	193	2380	750	0,67	1005,00	2,244641	37,3	29,0	0,45	355,5	363,77
25	29MF3,0	ACI	432	193	2380	780	0,65	975,00	2,244641	37,3	29,0	0,45	355,7	364,04
25	30MF2,4	ACI	443	193	2380	679	0,71	1065,00	2,302251	38,3	30,0	0,44	360,6	371,69
25	30MF2,6	ACI	443	193	2380	709	0,69	1035,00	2,302251	38,3	30,0	0,44	360,8	371,96
25	30MF2,8	ACI	443	193	2380	739	0,67	1005,00	2,302251	38,3	30,0	0,44	360,9	372,22
25	30MF3,0	ACI	443	193	2380	769	0,65	975,00	2,302251	38,3	30,0	0,44	361,1	372,48
25	31MF2,4	ACI	454	193	2380	668	0,71	1065,00	2,361341	39,3	31,0	0,43	366,1	380,36
25	31MF2,6	ACI	454	193	2380	698	0,69	1035,00	2,361341	39,3	31,0	0,43	366,3	380,62
25	31MF2,8	ACI	454	193	2380	728	0,67	1005,00	2,361341	39,3	31,0	0,43	366,4	380,89
25	31MF3,0	ACI	454	193	2380	758	0,65	975,00	2,361341	39,3	31,0	0,43	366,6	381,15
25	32MF2,4	ACI	466	193	2380	656	0,71	1065,00	2,421947	40,3	32,0	0,41	371,8	389,24
25	32MF2,6	ACI	466	193	2380	686	0,69	1035,00	2,421947	40,3	32,0	0,41	371,9	389,51
25	32MF2,8	ACI	466	193	2380	716	0,67	1005,00	2,421947	40,3	32,0	0,41	372,1	389,77
25	32MF3,0	ACI	466	193	2380	746	0,65	975,00	2,421947	40,3	32,0	0,41	372,2	390,04
25	33MF2,4	ACI	478	193	2380	644	0,71	1065,00	2,484109	41,3	33,0	0,40	377,5	398,36
25	33MF2,6	ACI	478	193	2380	674	0,69	1035,00	2,484109	41,3	33,0	0,40	377,7	398,62
25	33MF2,8	ACI	478	193	2380	704	0,67	1005,00	2,484109	41,3	33,0	0,40	377,8	398,89
25	33MF3,0	ACI	478	193	2380	734	0,65	975,00	2,484109	41,3	33,0	0,40	378,0	399,15
25	34MF2,4	ACI	490	193	2380	632	0,71	1065,00	2,547866	42,3	34,0	0,39	383,5	407,71
25	34MF2,6	ACI	490	193	2380	662	0,69	1035,00	2,547866	42,3	34,0	0,39	383,6	407,97
25	34MF2,8	ACI	490	193	2380	692	0,67	1005,00	2,547866	42,3	34,0	0,39	383,8	408,24
25	34MF3,0	ACI	490	193	2380	722	0,65	975,00	2,547866	42,3	34,0	0,39	383,9	408,50
25	35MF2,4	ACI	519	193	2380	603	0,71	1065,00	2,700786	44,6	35,0	0,37	397,7	430,14
25	35MF2,6	ACI	519	193	2380	633	0,69	1035,00	2,700786	44,6	35,0	0,37	397,9	430,40
25	35MF2,8	ACI	519	193	2380	663	0,67	1005,00	2,700786	44,6	35,0	0,37	398,0	430,67
25	35MF3,0	ACI	519	193	2380	693	0,65	975,00	2,700786	44,6	35,0	0,37	398,2	430,93
25	36MF2,4	ACI	533	193	2380	589	0,71	1065,00	2,770104	45,6	36,0	0,36	404,2	440,31
25	36MF2,6	ACI	533	193	2380	619	0,69	1035,00	2,770104	45,6	36,0	0,36	404,3	440,57
25	36MF2,8	ACI	533	193	2380	649	0,67	1005,00	2,770104	45,6	36,0	0,36	404,5	440,83
25	36MF3,0	ACI	533	193	2380	679	0,65	975,00	2,770104	45,6	36,0	0,36	404,6	441,09
25	37MF2,4	ACI	546	193	2380	576	0,71	1065,00	2,841202	46,6	37,0	0,35	410,8	450,73
25	37MF2,6	ACI	546	193	2380	606	0,69	1035,00	2,841202	46,6	37,0	0,35	410,9	450,99
25	37MF2,8	ACI	546	193	2380	636	0,67	1005,00	2,841202	46,6	37,0	0,35	411,1	451,26
25	37MF3,0	ACI	546	193	2380	666	0,65	975,00	2,841202	46,6	37,0	0,35	411,2	451,52
25	38MF2,4	ACI	560	193	2380	562	0,71	1065,00	2,914124	47,6	38,0	0,34	417,6	461,42
25	38MF2,6	ACI	560	193	2380	592	0,69	1035,00	2,914124	47,6	38,0	0,34	417,7	461,68
25	38MF2,8	ACI	560	193	2380	622	0,67	1005,00	2,914124	47,6	38,0	0,34	417,9	461,95
25	38MF3,0	ACI	560	193	2380	652	0,65	975,00	2,914124	47,6	38,0	0,34	418,0	462,21
25	39MF2,4	ACI	575	193	2380	547	0,71	1065,00	2,988918	48,6	39,0	0,34	424,5	472,39
25	39MF2,6	ACI	575	193	2380	577	0,69	1035,00	2,988918	48,6	39,0	0,34	424,7	472,65
25	39MF2,8	ACI	575	193	2380	607	0,67	1005,00	2,988918	48,6	39,0	0,34	424,8	472,92
25	39MF3,0	ACI	575	193	2380	637	0,65	975,00	2,988918	48,6	39,0	0,34	425,0	473,18
25	40MF2,4	ACI	590	193	2380	532	0,71	1065,00	3,065631	49,6	40,0	0,33	431,7	483,64
25	40MF2,6	ACI	590	193	2380	562	0,69	1035,00	3,065631	49,6	40,0	0,33	431,8	483,91
25	40MF2,8	ACI	590	193	2380	592	0,67	1005,00	3,065631	49,6	40,0	0,33	432,0	484,17
25	40MF3,0	ACI	590	193	2380	622	0,65	975,00	3,065631	49,6	40,0	0,33	432,1	484,44

APÊNDICE D – Dados para Regressão Linear Múltipla – ACI

Dados								
<i>Dmáx</i>	<i>Mistura</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	<i>Yobs</i>	<i>Yest</i>	<i>Erro</i>
		<i>fc28</i>	<i>a/tc</i>	<i>m/tc</i>	<i>tc</i>	<i>GWPo</i>	<i>GWPmod</i>	<i>(%)</i>
9,5	15MF2,4	21,90	0,65	4,88	350,00	297,66	301,04	1,14
9,5	15MF2,6	21,90	0,65	4,88	350,00	297,92	301,04	1,05
9,5	15MF2,8	21,90	0,65	4,88	350,00	298,19	301,04	0,96
9,5	15MF3,0	21,90	0,65	4,88	350,00	298,45	301,04	0,87
9,5	16MF2,4	22,90	0,64	4,73	358,98	304,42	307,40	0,98
9,5	16MF2,6	22,90	0,64	4,73	358,98	304,69	307,40	0,89
9,5	16MF2,8	22,90	0,64	4,73	358,98	304,95	307,40	0,80
9,5	16MF3,0	22,90	0,64	4,73	358,98	305,21	307,40	0,72
9,5	17MF2,4	23,90	0,62	4,59	368,20	311,35	313,98	0,84
9,5	17MF2,6	23,90	0,62	4,59	368,20	311,61	313,98	0,76
9,5	17MF2,8	23,90	0,62	4,59	368,20	311,88	313,98	0,67
9,5	17MF3,0	23,90	0,62	4,59	368,20	312,14	313,98	0,59
9,5	18MF2,4	24,90	0,60	4,45	377,65	318,46	320,78	0,73
9,5	18MF2,6	24,90	0,60	4,45	377,65	318,72	320,78	0,65
9,5	18MF2,8	24,90	0,60	4,45	377,65	318,98	320,78	0,56
9,5	18MF3,0	24,90	0,60	4,45	377,65	319,24	320,78	0,48
9,5	19MF2,4	25,90	0,59	4,31	387,34	325,74	327,80	0,63
9,5	19MF2,6	25,90	0,59	4,31	387,34	326,01	327,80	0,55
9,5	19MF2,8	25,90	0,59	4,31	387,34	326,27	327,80	0,47
9,5	19MF3,0	25,90	0,59	4,31	387,34	326,54	327,80	0,39
9,5	20MF2,4	26,90	0,57	4,18	397,28	333,22	335,05	0,55
9,5	20MF2,6	26,90	0,57	4,18	397,28	333,49	335,05	0,47
9,5	20MF2,8	26,90	0,57	4,18	397,28	333,75	335,05	0,39
9,5	20MF3,0	26,90	0,57	4,18	397,28	334,01	335,05	0,31
9,5	21MF2,4	29,30	0,54	3,87	422,19	351,96	353,39	0,41
9,5	21MF2,6	29,30	0,54	3,87	422,19	352,22	353,39	0,33
9,5	21MF2,8	29,30	0,54	3,87	422,19	352,49	353,39	0,25
9,5	21MF3,0	29,30	0,54	3,87	422,19	352,75	353,39	0,18
9,5	22MF2,4	30,30	0,53	3,75	433,03	360,1	361,42	0,37
9,5	22MF2,6	30,30	0,53	3,75	433,03	360,37	361,42	0,29
9,5	22MF2,8	30,30	0,53	3,75	433,03	360,63	361,42	0,22
9,5	22MF3,0	30,30	0,53	3,75	433,03	360,9	361,42	0,14
9,5	23MF2,4	31,30	0,51	3,63	444,14	368,46	369,69	0,33
9,5	23MF2,6	31,30	0,51	3,63	444,14	368,73	369,69	0,26
9,5	23MF2,8	31,30	0,51	3,63	444,14	368,99	369,69	0,19
9,5	23MF3,0	31,30	0,51	3,63	444,14	369,26	369,69	0,12
9,5	24MF2,4	32,30	0,50	3,52	455,54	377,03	378,20	0,31
9,5	24MF2,6	32,30	0,50	3,52	455,54	377,3	378,20	0,24
9,5	24MF2,8	32,30	0,50	3,52	455,54	377,56	378,20	0,17
9,5	24MF3,0	32,30	0,50	3,52	455,54	377,83	378,20	0,10

9,5	25MF2,4	33,30	0,49	3,41	467,23	385,83	386,96	0,29
9,5	25MF2,6	33,30	0,49	3,41	467,23	386,1	386,96	0,22
9,5	25MF2,8	33,30	0,49	3,41	467,23	386,36	386,96	0,15
9,5	25MF3,0	33,30	0,49	3,41	467,23	386,63	386,96	0,08
9,5	26MF2,4	34,30	0,48	3,30	479,23	394,85	395,96	0,28
9,5	26MF2,6	34,30	0,48	3,30	479,23	395,11	395,96	0,21
9,5	26MF2,8	34,30	0,48	3,30	479,23	395,37	395,96	0,15
9,5	26MF3,0	34,30	0,48	3,30	479,23	395,64	395,96	0,08
9,5	27MF2,4	35,30	0,46	3,19	491,53	404,1	405,20	0,27
9,5	27MF2,6	35,30	0,46	3,19	491,53	404,36	405,20	0,21
9,5	27MF2,8	35,30	0,46	3,19	491,53	404,63	405,20	0,14
9,5	27MF3,0	35,30	0,46	3,19	491,53	404,89	405,20	0,08
9,5	28MF2,4	36,30	0,45	3,08	504,14	413,59	414,70	0,27
9,5	28MF2,6	36,30	0,45	3,08	504,14	413,85	414,70	0,21
9,5	28MF2,8	36,30	0,45	3,08	504,14	414,12	414,70	0,14
9,5	28MF3,0	36,30	0,45	3,08	504,14	414,38	414,70	0,08
9,5	29MF2,4	37,30	0,44	2,98	517,08	423,32	424,45	0,27
9,5	29MF2,6	37,30	0,44	2,98	517,08	423,58	424,45	0,21
9,5	29MF2,8	37,30	0,44	2,98	517,08	423,85	424,45	0,14
9,5	29MF3,0	37,30	0,44	2,98	517,08	424,11	424,45	0,08
9,5	30MF2,4	38,30	0,43	2,88	530,35	433,3	434,46	0,27
9,5	30MF2,6	38,30	0,43	2,88	530,35	433,56	434,46	0,21
9,5	30MF2,8	38,30	0,43	2,88	530,35	433,83	434,46	0,15
9,5	30MF3,0	38,30	0,43	2,88	530,35	434,09	434,46	0,09
9,5	31MF2,4	39,30	0,42	2,79	543,96	443,53	444,74	0,27
9,5	31MF2,6	39,30	0,42	2,79	543,96	443,8	444,74	0,21
9,5	31MF2,8	39,30	0,42	2,79	543,96	444,06	444,74	0,15
9,5	31MF3,0	39,30	0,42	2,79	543,96	444,33	444,74	0,09
9,5	32MF2,4	40,30	0,41	2,69	557,93	454,03	455,28	0,27
9,5	32MF2,6	40,30	0,41	2,69	557,93	454,3	455,28	0,21
9,5	32MF2,8	40,30	0,41	2,69	557,93	454,56	455,28	0,16
9,5	32MF3,0	40,30	0,41	2,69	557,93	454,83	455,28	0,10
9,5	33MF2,4	41,30	0,40	2,60	572,25	464,81	466,09	0,27
9,5	33MF2,6	41,30	0,40	2,60	572,25	465,07	466,09	0,22
9,5	33MF2,8	41,30	0,40	2,60	572,25	465,33	466,09	0,16
9,5	33MF3,0	41,30	0,40	2,60	572,25	465,6	466,09	0,10
9,5	34MF2,4	42,30	0,39	2,51	586,93	475,85	477,17	0,28
9,5	34MF2,6	42,30	0,39	2,51	586,93	476,11	477,17	0,22
9,5	34MF2,8	42,30	0,39	2,51	586,93	476,38	477,17	0,17
9,5	34MF3,0	42,30	0,39	2,51	586,93	476,64	477,17	0,11
9,5	35MF2,4	44,60	0,37	2,31	622,16	502,34	503,74	0,28
9,5	35MF2,6	44,60	0,37	2,31	622,16	502,6	503,74	0,23
9,5	35MF2,8	44,60	0,37	2,31	622,16	502,87	503,74	0,17
9,5	35MF3,0	44,60	0,37	2,31	622,16	503,13	503,74	0,12

9,5	36MF2,4	45,60	0,36	2,23	638,13	514,35	515,76	0,27
9,5	36MF2,6	45,60	0,36	2,23	638,13	514,62	515,76	0,22
9,5	36MF2,8	45,60	0,36	2,23	638,13	514,88	515,76	0,17
9,5	36MF3,0	45,60	0,36	2,23	638,13	515,14	515,76	0,12
9,5	37MF2,4	46,60	0,35	2,15	654,51	526,67	528,08	0,27
9,5	37MF2,6	46,60	0,35	2,15	654,51	526,93	528,08	0,22
9,5	37MF2,8	46,60	0,35	2,15	654,51	527,2	528,08	0,17
9,5	37MF3,0	46,60	0,35	2,15	654,51	527,46	528,08	0,12
9,5	38MF2,4	47,60	0,34	2,07	671,31	539,3	540,71	0,26
9,5	38MF2,6	47,60	0,34	2,07	671,31	539,57	540,71	0,21
9,5	38MF2,8	47,60	0,34	2,07	671,31	539,83	540,71	0,16
9,5	38MF3,0	47,60	0,34	2,07	671,31	540,1	540,71	0,11
9,5	39MF2,4	48,60	0,33	1,99	688,54	552,26	553,64	0,25
9,5	39MF2,6	48,60	0,33	1,99	688,54	552,52	553,64	0,20
9,5	39MF2,8	48,60	0,33	1,99	688,54	552,79	553,64	0,15
9,5	39MF3,0	48,60	0,33	1,99	688,54	553,05	553,64	0,11
9,5	40MF2,4	49,60	0,32	1,92	706,21	565,55	566,88	0,23
9,5	40MF2,6	49,60	0,32	1,92	706,21	565,81	566,88	0,19
9,5	40MF2,8	49,60	0,32	1,92	706,21	566,08	566,88	0,14
9,5	40MF3,0	49,60	0,32	1,92	706,21	566,34	566,88	0,09
12,5	15MF2,4	21,90	0,67	5,47	323,08	283,37	285,03	0,59
12,5	15MF2,6	21,90	0,67	5,47	323,08	283,63	285,03	0,49
12,5	15MF2,8	21,90	0,67	5,47	323,08	283,89	285,03	0,40
12,5	15MF3,0	21,90	0,67	5,47	323,08	284,16	285,03	0,31
12,5	16MF2,4	22,90	0,65	5,31	331,37	289,77	290,96	0,41
12,5	16MF2,6	22,90	0,65	5,31	331,37	290,03	290,96	0,32
12,5	16MF2,8	22,90	0,65	5,31	331,37	290,29	290,96	0,23
12,5	16MF3,0	22,90	0,65	5,31	331,37	290,56	290,96	0,14
12,5	17MF2,4	23,90	0,64	5,15	339,87	296,33	297,10	0,26
12,5	17MF2,6	23,90	0,64	5,15	339,87	296,59	297,10	0,17
12,5	17MF2,8	23,90	0,64	5,15	339,87	296,86	297,10	0,08
12,5	17MF3,0	23,90	0,64	5,15	339,87	297,12	297,10	-0,01
12,5	18MF2,4	24,90	0,62	4,99	348,60	303,06	303,44	0,13
12,5	18MF2,6	24,90	0,62	4,99	348,60	303,32	303,44	0,04
12,5	18MF2,8	24,90	0,62	4,99	348,60	303,59	303,44	-0,05
12,5	18MF3,0	24,90	0,62	4,99	348,60	303,85	303,44	-0,13
12,5	19MF2,4	25,90	0,60	4,84	357,54	309,97	310,00	0,01
12,5	19MF2,6	25,90	0,60	4,84	357,54	310,23	310,00	-0,07
12,5	19MF2,8	25,90	0,60	4,84	357,54	310,5	310,00	-0,16
12,5	19MF3,0	25,90	0,60	4,84	357,54	310,76	310,00	-0,24
12,5	20MF2,4	26,90	0,59	4,70	366,72	317,05	316,78	-0,08
12,5	20MF2,6	26,90	0,59	4,70	366,72	317,31	316,78	-0,17
12,5	20MF2,8	26,90	0,59	4,70	366,72	317,58	316,78	-0,25
12,5	20MF3,0	26,90	0,59	4,70	366,72	317,84	316,78	-0,33

12,5	21MF2,4	29,30	0,55	4,36	389,72	334,8	333,93	-0,26
12,5	21MF2,6	29,30	0,55	4,36	389,72	335,07	333,93	-0,34
12,5	21MF2,8	29,30	0,55	4,36	389,72	335,33	333,93	-0,42
12,5	21MF3,0	29,30	0,55	4,36	389,72	335,59	333,93	-0,49
12,5	22MF2,4	30,30	0,54	4,23	399,72	342,52	341,45	-0,31
12,5	22MF2,6	30,30	0,54	4,23	399,72	342,79	341,45	-0,39
12,5	22MF2,8	30,30	0,54	4,23	399,72	343,05	341,45	-0,47
12,5	22MF3,0	30,30	0,54	4,23	399,72	343,32	341,45	-0,54
12,5	23MF2,4	31,30	0,53	4,10	409,98	350,44	349,19	-0,36
12,5	23MF2,6	31,30	0,53	4,10	409,98	350,71	349,19	-0,43
12,5	23MF2,8	31,30	0,53	4,10	409,98	350,97	349,19	-0,51
12,5	23MF3,0	31,30	0,53	4,10	409,98	351,23	349,19	-0,58
12,5	24MF2,4	32,30	0,51	3,97	420,50	358,56	357,16	-0,39
12,5	24MF2,6	32,30	0,51	3,97	420,50	358,82	357,16	-0,46
12,5	24MF2,8	32,30	0,51	3,97	420,50	359,09	357,16	-0,54
12,5	24MF3,0	32,30	0,51	3,97	420,50	359,35	357,16	-0,61
12,5	25MF2,4	33,30	0,50	3,84	431,29	366,89	365,36	-0,42
12,5	25MF2,6	33,30	0,50	3,84	431,29	367,15	365,36	-0,49
12,5	25MF2,8	33,30	0,50	3,84	431,29	367,42	365,36	-0,56
12,5	25MF3,0	33,30	0,50	3,84	431,29	367,68	365,36	-0,63
12,5	26MF2,4	34,30	0,49	3,72	442,36	375,44	373,79	-0,44
12,5	26MF2,6	34,30	0,49	3,72	442,36	375,7	373,79	-0,51
12,5	26MF2,8	34,30	0,49	3,72	442,36	375,97	373,79	-0,58
12,5	26MF3,0	34,30	0,49	3,72	442,36	376,23	373,79	-0,65
12,5	27MF2,4	35,30	0,48	3,60	453,72	384,2	382,45	-0,46
12,5	27MF2,6	35,30	0,48	3,60	453,72	384,47	382,45	-0,53
12,5	27MF2,8	35,30	0,48	3,60	453,72	384,73	382,45	-0,59
12,5	27MF3,0	35,30	0,48	3,60	453,72	384,99	382,45	-0,66
12,5	28MF2,4	36,30	0,46	3,49	465,36	393,18	391,35	-0,47
12,5	28MF2,6	36,30	0,46	3,49	465,36	393,45	391,35	-0,53
12,5	28MF2,8	36,30	0,46	3,49	465,36	393,71	391,35	-0,60
12,5	28MF3,0	36,30	0,46	3,49	465,36	393,98	391,35	-0,67
12,5	29MF2,4	37,30	0,45	3,37	477,31	402,41	400,49	-0,48
12,5	29MF2,6	37,30	0,45	3,37	477,31	402,67	400,49	-0,54
12,5	29MF2,8	37,30	0,45	3,37	477,31	402,94	400,49	-0,61
12,5	29MF3,0	37,30	0,45	3,37	477,31	403,2	400,49	-0,67
12,5	30MF2,4	38,30	0,44	3,27	489,56	411,86	409,87	-0,48
12,5	30MF2,6	38,30	0,44	3,27	489,56	412,12	409,87	-0,55
12,5	30MF2,8	38,30	0,44	3,27	489,56	412,39	409,87	-0,61
12,5	30MF3,0	38,30	0,44	3,27	489,56	412,65	409,87	-0,67
12,5	31MF2,4	39,30	0,43	3,16	502,12	421,56	419,50	-0,49
12,5	31MF2,6	39,30	0,43	3,16	502,12	421,83	419,50	-0,55
12,5	31MF2,8	39,30	0,43	3,16	502,12	422,09	419,50	-0,61
12,5	31MF3,0	39,30	0,43	3,16	502,12	422,35	419,50	-0,67

12,5	32MF2,4	40,30	0,42	3,05	515,01	431,5	429,38	-0,49
12,5	32MF2,6	40,30	0,42	3,05	515,01	431,77	429,38	-0,55
12,5	32MF2,8	40,30	0,42	3,05	515,01	432,03	429,38	-0,61
12,5	32MF3,0	40,30	0,42	3,05	515,01	432,3	429,38	-0,68
12,5	33MF2,4	41,30	0,41	2,95	528,23	441,71	439,51	-0,50
12,5	33MF2,6	41,30	0,41	2,95	528,23	441,98	439,51	-0,56
12,5	33MF2,8	41,30	0,41	2,95	528,23	442,24	439,51	-0,62
12,5	33MF3,0	41,30	0,41	2,95	528,23	442,5	439,51	-0,68
12,5	34MF2,4	42,30	0,40	2,85	541,78	452,17	449,90	-0,50
12,5	34MF2,6	42,30	0,40	2,85	541,78	452,44	449,90	-0,56
12,5	34MF2,8	42,30	0,40	2,85	541,78	452,7	449,90	-0,62
12,5	34MF3,0	42,30	0,40	2,85	541,78	452,97	449,90	-0,68
12,5	35MF2,4	44,60	0,38	2,63	574,30	477,27	474,80	-0,52
12,5	35MF2,6	44,60	0,38	2,63	574,30	477,54	474,80	-0,57
12,5	35MF2,8	44,60	0,38	2,63	574,30	477,8	474,80	-0,63
12,5	35MF3,0	44,60	0,38	2,63	574,30	478,6	474,80	-0,79
12,5	36MF2,4	45,60	0,37	2,54	589,04	488,65	486,07	-0,53
12,5	36MF2,6	45,60	0,37	2,54	589,04	488,91	486,07	-0,58
12,5	36MF2,8	45,60	0,37	2,54	589,04	489,17	486,07	-0,63
12,5	36MF3,0	45,60	0,37	2,54	589,04	489,44	486,07	-0,69
12,5	37MF2,4	46,60	0,36	2,45	604,16	500,32	497,62	-0,54
12,5	37MF2,6	46,60	0,36	2,45	604,16	500,58	497,62	-0,59
12,5	37MF2,8	46,60	0,36	2,45	604,16	500,85	497,62	-0,65
12,5	37MF3,0	46,60	0,36	2,45	604,16	501,11	497,62	-0,70
12,5	38MF2,4	47,60	0,35	2,37	619,67	512,29	509,45	-0,56
12,5	38MF2,6	47,60	0,35	2,37	619,67	512,55	509,45	-0,61
12,5	38MF2,8	47,60	0,35	2,37	619,67	512,81	509,45	-0,66
12,5	38MF3,0	47,60	0,35	2,37	619,67	513,08	509,45	-0,71
12,5	39MF2,4	48,60	0,34	2,28	635,57	524,56	521,56	-0,57
12,5	39MF2,6	48,60	0,34	2,28	635,57	524,83	521,56	-0,62
12,5	39MF2,8	48,60	0,34	2,28	635,57	525,09	521,56	-0,67
12,5	39MF3,0	48,60	0,34	2,28	635,57	525,35	521,56	-0,72
12,5	40MF2,4	49,60	0,33	2,20	651,88	537,15	533,97	-0,59
12,5	40MF2,6	49,60	0,33	2,20	651,88	537,42	533,97	-0,64
12,5	40MF2,8	49,60	0,33	2,20	651,88	537,68	533,97	-0,69
12,5	40MF3,0	49,60	0,33	2,20	651,88	537,94	533,97	-0,74
19	15MF2,4	21,90	0,67	5,97	306,62	270,56	271,67	0,41
19	15MF2,6	21,90	0,67	5,97	306,62	270,82	271,67	0,31
19	15MF2,8	21,90	0,67	5,97	306,62	271,08	271,67	0,22
19	15MF3,0	21,90	0,67	5,97	306,62	271,35	271,67	0,12
19	16MF2,4	22,90	0,65	5,79	314,49	276,64	277,42	0,28
19	16MF2,6	22,90	0,65	5,79	314,49	276,9	277,42	0,19
19	16MF2,8	22,90	0,65	5,79	314,49	277,16	277,42	0,09
19	16MF3,0	22,90	0,65	5,79	314,49	277,43	277,42	0,00

19	17MF2,4	23,90	0,64	5,62	322,57	282,86	283,37	0,18
19	17MF2,6	23,90	0,64	5,62	322,57	283,12	283,37	0,09
19	17MF2,8	23,90	0,64	5,62	322,57	283,39	283,37	-0,01
19	17MF3,0	23,90	0,64	5,62	322,57	283,65	283,37	-0,10
19	18MF2,4	24,90	0,62	5,46	330,84	289,25	289,53	0,10
19	18MF2,6	24,90	0,62	5,46	330,84	289,52	289,53	0,00
19	18MF2,8	24,90	0,62	5,46	330,84	289,78	289,53	-0,09
19	18MF3,0	24,90	0,62	5,46	330,84	290,05	289,53	-0,18
19	19MF2,4	25,90	0,60	5,29	339,34	295,81	295,89	0,03
19	19MF2,6	25,90	0,60	5,29	339,34	296,07	295,89	-0,06
19	19MF2,8	25,90	0,60	5,29	339,34	296,34	295,89	-0,15
19	19MF3,0	25,90	0,60	5,29	339,34	296,6	295,89	-0,24
19	20MF2,4	26,90	0,59	5,14	348,04	302,53	302,45	-0,03
19	20MF2,6	26,90	0,59	5,14	348,04	302,79	302,45	-0,11
19	20MF2,8	26,90	0,59	5,14	348,04	303,05	302,45	-0,20
19	20MF3,0	26,90	0,59	5,14	348,04	303,32	302,45	-0,29
19	21MF2,4	29,30	0,55	4,77	369,87	319,38	319,05	-0,10
19	21MF2,6	29,30	0,55	4,77	369,87	319,64	319,05	-0,18
19	21MF2,8	29,30	0,55	4,77	369,87	319,9	319,05	-0,26
19	21MF3,0	29,30	0,55	4,77	369,87	320,17	319,05	-0,35
19	22MF2,4	30,30	0,54	4,63	379,36	326,7	326,33	-0,11
19	22MF2,6	30,30	0,54	4,63	379,36	326,97	326,33	-0,20
19	22MF2,8	30,30	0,54	4,63	379,36	327,23	326,33	-0,27
19	22MF3,0	30,30	0,54	4,63	379,36	327,49	326,33	-0,35
19	23MF2,4	31,30	0,53	4,49	389,10	334,22	333,82	-0,12
19	23MF2,6	31,30	0,53	4,49	389,10	334,48	333,82	-0,20
19	23MF2,8	31,30	0,53	4,49	389,10	334,75	333,82	-0,28
19	23MF3,0	31,30	0,53	4,49	389,10	335	333,82	-0,35
19	24MF2,4	32,30	0,51	4,35	399,09	341,92	341,53	-0,11
19	24MF2,6	32,30	0,51	4,35	399,09	342,19	341,53	-0,19
19	24MF2,8	32,30	0,51	4,35	399,09	342,45	341,53	-0,27
19	24MF3,0	32,30	0,51	4,35	399,09	342,72	341,53	-0,35
19	25MF2,4	33,30	0,50	4,22	409,33	349,83	349,45	-0,11
19	25MF2,6	33,30	0,50	4,22	409,33	350,09	349,45	-0,18
19	25MF2,8	33,30	0,50	4,22	409,33	350,36	349,45	-0,26
19	25MF3,0	33,30	0,50	4,22	409,33	350,62	349,45	-0,33
19	26MF2,4	34,30	0,49	4,09	419,84	357,94	357,60	-0,10
19	26MF2,6	34,30	0,49	4,09	419,84	358,2	357,60	-0,17
19	26MF2,8	34,30	0,49	4,09	419,84	358,47	357,60	-0,24
19	26MF3,0	34,30	0,49	4,09	419,84	358,73	357,60	-0,32
19	27MF2,4	35,30	0,48	3,96	430,61	366,25	365,97	-0,08
19	27MF2,6	35,30	0,48	3,96	430,61	366,52	365,97	-0,15
19	27MF2,8	35,30	0,48	3,96	430,61	366,78	365,97	-0,22
19	27MF3,0	35,30	0,48	3,96	430,61	367,05	365,97	-0,29

19	28MF2,4	36,30	0,46	3,83	441,66	374,79	374,56	-0,06
19	28MF2,6	36,30	0,46	3,83	441,66	375,05	374,56	-0,13
19	28MF2,8	36,30	0,46	3,83	441,66	375,32	374,56	-0,20
19	28MF3,0	36,30	0,46	3,83	441,66	375,58	374,56	-0,27
19	29MF2,4	37,30	0,45	3,71	453,00	383,54	383,39	-0,04
19	29MF2,6	37,30	0,45	3,71	453,00	383,8	383,39	-0,11
19	29MF2,8	37,30	0,45	3,71	453,00	384,06	383,39	-0,17
19	29MF3,0	37,30	0,45	3,71	453,00	384,33	383,39	-0,25
19	30MF2,4	38,30	0,44	3,59	464,63	392,51	392,44	-0,02
19	30MF2,6	38,30	0,44	3,59	464,63	392,78	392,44	-0,09
19	30MF2,8	38,30	0,44	3,59	464,63	393,04	392,44	-0,15
19	30MF3,0	38,30	0,44	3,59	464,63	393,3	392,44	-0,22
19	31MF2,4	39,30	0,43	3,48	476,55	401,71	401,74	0,01
19	31MF2,6	39,30	0,43	3,48	476,55	401,98	401,74	-0,06
19	31MF2,8	39,30	0,43	3,48	476,55	402,24	401,74	-0,13
19	31MF3,0	39,30	0,43	3,48	476,55	402,51	401,74	-0,19
19	32MF2,4	40,30	0,42	3,37	488,78	411,16	411,27	0,03
19	32MF2,6	40,30	0,42	3,37	488,78	411,42	411,27	-0,04
19	32MF2,8	40,30	0,42	3,37	488,78	411,69	411,27	-0,10
19	32MF3,0	40,30	0,42	3,37	488,78	411,95	411,27	-0,17
19	33MF2,4	41,30	0,41	3,26	501,33	420,84	421,04	0,05
19	33MF2,6	41,30	0,41	3,26	501,33	421,1	421,04	-0,01
19	33MF2,8	41,30	0,41	3,26	501,33	421,36	421,04	-0,08
19	33MF3,0	41,30	0,41	3,26	501,33	421,63	421,04	-0,14
19	34MF2,4	42,30	0,40	3,15	514,19	430,77	431,06	0,07
19	34MF2,6	42,30	0,40	3,15	514,19	431,04	431,06	0,00
19	34MF2,8	42,30	0,40	3,15	514,19	431,3	431,06	-0,06
19	34MF3,0	42,30	0,40	3,15	514,19	431,56	431,06	-0,12
19	35MF2,4	44,60	0,38	2,91	545,06	454,59	455,06	0,10
19	35MF2,6	44,60	0,38	2,91	545,06	454,85	455,06	0,05
19	35MF2,8	44,60	0,38	2,91	545,06	455,12	455,06	-0,01
19	35MF3,0	44,60	0,38	2,91	545,06	455,38	455,06	-0,07
19	36MF2,4	45,60	0,37	2,82	559,04	465,39	465,91	0,11
19	36MF2,6	45,60	0,37	2,82	559,04	465,65	465,91	0,06
19	36MF2,8	45,60	0,37	2,82	559,04	465,92	465,91	0,00
19	36MF3,0	45,60	0,37	2,82	559,04	466,18	465,91	-0,06
19	37MF2,4	46,60	0,36	2,72	573,39	476,46	477,03	0,12
19	37MF2,6	46,60	0,36	2,72	573,39	476,73	477,03	0,06
19	37MF2,8	46,60	0,36	2,72	573,39	476,99	477,03	0,01
19	37MF3,0	46,60	0,36	2,72	573,39	477,25	477,03	-0,05
19	38MF2,4	47,60	0,35	2,63	588,11	487,82	488,42	0,12
19	38MF2,6	47,60	0,35	2,63	588,11	488,08	488,42	0,07
19	38MF2,8	47,60	0,35	2,63	588,11	488,35	488,42	0,02
19	38MF3,0	47,60	0,35	2,63	588,11	488,61	488,42	-0,04

19	39MF2,4	48,60	0,34	2,54	603,20	499,47	500,09	0,12
19	39MF2,6	48,60	0,34	2,54	603,20	499,73	500,09	0,07
19	39MF2,8	48,60	0,34	2,54	603,20	500	500,09	0,02
19	39MF3,0	48,60	0,34	2,54	603,20	500,26	500,09	-0,03
19	40MF2,4	49,60	0,33	2,45	618,69	511,42	512,03	0,12
19	40MF2,6	49,60	0,33	2,45	618,69	511,69	512,03	0,07
19	40MF2,8	49,60	0,33	2,45	618,69	511,95	512,03	0,02
19	40MF3,0	49,60	0,33	2,45	618,69	512,21	512,03	-0,04
25	15MF2,4	21,90	0,67	6,56	288,67	256,88	256,73	-0,06
25	15MF2,6	21,90	0,67	6,56	288,67	257,14	256,73	-0,16
25	15MF2,8	21,90	0,67	6,56	288,67	257,41	256,73	-0,26
25	15MF3,0	21,90	0,67	6,56	288,67	257,67	256,73	-0,36
25	16MF2,4	22,90	0,65	6,37	296,08	262,6	262,30	-0,11
25	16MF2,6	22,90	0,65	6,37	296,08	262,86	262,30	-0,21
25	16MF2,8	22,90	0,65	6,37	296,08	263,13	262,30	-0,32
25	16MF3,0	22,90	0,65	6,37	296,08	263,39	262,30	-0,41
25	17MF2,4	23,90	0,64	6,19	303,68	268,46	268,06	-0,15
25	17MF2,6	23,90	0,64	6,19	303,68	268,73	268,06	-0,25
25	17MF2,8	23,90	0,64	6,19	303,68	268,99	268,06	-0,35
25	17MF3,0	23,90	0,64	6,19	303,68	269,26	268,06	-0,45
25	18MF2,4	24,90	0,62	6,01	311,48	274,48	274,01	-0,17
25	18MF2,6	24,90	0,62	6,01	311,48	274,74	274,01	-0,26
25	18MF2,8	24,90	0,62	6,01	311,48	275	274,01	-0,36
25	18MF3,0	24,90	0,62	6,01	311,48	275,27	274,01	-0,46
25	19MF2,4	25,90	0,60	5,83	319,47	280,65	280,16	-0,17
25	19MF2,6	25,90	0,60	5,83	319,47	280,91	280,16	-0,27
25	19MF2,8	25,90	0,60	5,83	319,47	281,18	280,16	-0,36
25	19MF3,0	25,90	0,60	5,83	319,47	281,44	280,16	-0,45
25	20MF2,4	26,90	0,59	5,66	327,67	286,98	286,50	-0,17
25	20MF2,6	26,90	0,59	5,66	327,67	287,24	286,50	-0,26
25	20MF2,8	26,90	0,59	5,66	327,67	287,51	286,50	-0,35
25	20MF3,0	26,90	0,59	5,66	327,67	287,77	286,50	-0,44
25	21MF2,4	29,30	0,55	5,27	348,22	302,84	302,53	-0,10
25	21MF2,6	29,30	0,55	5,27	348,22	303,1	302,53	-0,19
25	21MF2,8	29,30	0,55	5,27	348,22	303,37	302,53	-0,28
25	21MF3,0	29,30	0,55	5,27	348,22	303,63	302,53	-0,36
25	22MF2,4	30,30	0,54	5,11	357,16	309,73	309,55	-0,06
25	22MF2,6	30,30	0,54	5,11	357,16	310	309,55	-0,14
25	22MF2,8	30,30	0,54	5,11	357,16	310,26	309,55	-0,23
25	22MF3,0	30,30	0,54	5,11	357,16	310,52	309,55	-0,31
25	23MF2,4	31,30	0,53	4,96	366,32	316,81	316,77	-0,01
25	23MF2,6	31,30	0,53	4,96	366,32	317,07	316,77	-0,09
25	23MF2,8	31,30	0,53	4,96	366,32	317,33	316,77	-0,18
25	23MF3,0	31,30	0,53	4,96	366,32	317,6	316,77	-0,26

25	24MF2,4	32,30	0,51	4,81	375,73	324,07	324,20	0,04
25	24MF2,6	32,30	0,51	4,81	375,73	324,33	324,20	-0,04
25	24MF2,8	32,30	0,51	4,81	375,73	324,59	324,20	-0,12
25	24MF3,0	32,30	0,51	4,81	375,73	324,86	324,20	-0,20
25	25MF2,4	33,30	0,50	4,66	385,37	331,51	331,84	0,10
25	25MF2,6	33,30	0,50	4,66	385,37	331,77	331,84	0,02
25	25MF2,8	33,30	0,50	4,66	385,37	332,04	331,84	-0,06
25	25MF3,0	33,30	0,50	4,66	385,37	332,01	331,84	-0,05
25	26MF2,4	34,30	0,49	4,52	395,26	339,14	339,68	0,16
25	26MF2,6	34,30	0,49	4,52	395,26	339,41	339,68	0,08
25	26MF2,8	34,30	0,49	4,52	395,26	339,67	339,68	0,00
25	26MF3,0	34,30	0,49	4,52	395,26	339,93	339,68	-0,07
25	27MF2,4	35,30	0,48	4,38	405,40	346,97	347,73	0,22
25	27MF2,6	35,30	0,48	4,38	405,40	347,24	347,73	0,14
25	27MF2,8	35,30	0,48	4,38	405,40	347,5	347,73	0,07
25	27MF3,0	35,30	0,48	4,38	405,40	347,76	347,73	-0,01
25	28MF2,4	36,30	0,46	4,25	415,81	355	356,00	0,28
25	28MF2,6	36,30	0,46	4,25	415,81	355,27	356,00	0,21
25	28MF2,8	36,30	0,46	4,25	415,81	355,53	356,00	0,13
25	28MF3,0	36,30	0,46	4,25	415,81	355,79	356,00	0,06
25	29MF2,4	37,30	0,45	4,12	426,48	363,24	364,49	0,34
25	29MF2,6	37,30	0,45	4,12	426,48	363,51	364,49	0,27
25	29MF2,8	37,30	0,45	4,12	426,48	363,77	364,49	0,20
25	29MF3,0	37,30	0,45	4,12	426,48	364,04	364,49	0,12
25	30MF2,4	38,30	0,44	3,99	437,43	371,69	373,20	0,41
25	30MF2,6	38,30	0,44	3,99	437,43	371,96	373,20	0,33
25	30MF2,8	38,30	0,44	3,99	437,43	372,22	373,20	0,26
25	30MF3,0	38,30	0,44	3,99	437,43	372,48	373,20	0,19
25	31MF2,4	39,30	0,43	3,86	448,65	380,36	382,13	0,47
25	31MF2,6	39,30	0,43	3,86	448,65	380,62	382,13	0,40
25	31MF2,8	39,30	0,43	3,86	448,65	380,89	382,13	0,33
25	31MF3,0	39,30	0,43	3,86	448,65	381,15	382,13	0,26
25	32MF2,4	40,30	0,42	3,74	460,17	389,24	391,29	0,53
25	32MF2,6	40,30	0,42	3,74	460,17	389,51	391,29	0,46
25	32MF2,8	40,30	0,42	3,74	460,17	389,77	391,29	0,39
25	32MF3,0	40,30	0,42	3,74	460,17	390,04	391,29	0,32
25	33MF2,4	41,30	0,41	3,62	471,98	398,36	400,67	0,58
25	33MF2,6	41,30	0,41	3,62	471,98	398,62	400,67	0,51
25	33MF2,8	41,30	0,41	3,62	471,98	398,89	400,67	0,45
25	33MF3,0	41,30	0,41	3,62	471,98	399,15	400,67	0,38
25	34MF2,4	42,30	0,40	3,51	484,09	407,71	410,29	0,63
25	34MF2,6	42,30	0,40	3,51	484,09	407,97	410,29	0,57
25	34MF2,8	42,30	0,40	3,51	484,09	408,24	410,29	0,50
25	34MF3,0	42,30	0,40	3,51	484,09	408,5	410,29	0,44

25	35MF2,4	44,60	0,38	3,25	513,15	430,14	433,32	0,74
25	35MF2,6	44,60	0,38	3,25	513,15	430,4	433,32	0,68
25	35MF2,8	44,60	0,38	3,25	513,15	430,67	433,32	0,61
25	35MF3,0	44,60	0,38	3,25	513,15	430,93	433,32	0,55
25	36MF2,4	45,60	0,37	3,14	526,32	440,31	443,73	0,78
25	36MF2,6	45,60	0,37	3,14	526,32	440,57	443,73	0,72
25	36MF2,8	45,60	0,37	3,14	526,32	440,83	443,73	0,66
25	36MF3,0	45,60	0,37	3,14	526,32	441,09	443,73	0,60
25	37MF2,4	46,60	0,36	3,04	539,83	450,73	454,39	0,81
25	37MF2,6	46,60	0,36	3,04	539,83	450,99	454,39	0,75
25	37MF2,8	46,60	0,36	3,04	539,83	451,26	454,39	0,69
25	37MF3,0	46,60	0,36	3,04	539,83	451,52	454,39	0,64
25	38MF2,4	47,60	0,35	2,94	553,68	461,42	465,31	0,84
25	38MF2,6	47,60	0,35	2,94	553,68	461,68	465,31	0,79
25	38MF2,8	47,60	0,35	2,94	553,68	461,95	465,31	0,73
25	38MF3,0	47,60	0,35	2,94	553,68	462,21	465,31	0,67
25	39MF2,4	48,60	0,34	2,84	567,89	472,39	476,48	0,87
25	39MF2,6	48,60	0,34	2,84	567,89	472,65	476,48	0,81
25	39MF2,8	48,60	0,34	2,84	567,89	472,92	476,48	0,75
25	39MF3,0	48,60	0,34	2,84	567,89	473,18	476,48	0,70
25	40MF2,4	49,60	0,33	2,74	582,47	483,64	487,92	0,88
25	40MF2,6	49,60	0,33	2,74	582,47	483,91	487,92	0,83
25	40MF2,8	49,60	0,33	2,74	582,47	484,17	487,92	0,77
25	40MF3,0	49,60	0,33	2,74	582,47	484,44	487,92	0,72
Erro absoluto médio								0,32

**APÊNDICE E – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA –
LITERATURA – CIMENTO**

Dados							
<i>Mistura</i>	<i>X1</i> <i>fc28</i>	<i>X2</i> <i>a/tc</i>	<i>X3</i> <i>m/tc</i>	<i>X4</i> <i>tc</i>	<i>Yobs</i> <i>GWPo</i>	<i>Yest</i> <i>GWPmod</i>	<i>Erro</i> <i>(%)</i>
Cimento	84,10	0,20	2,38	666,90	610,63	592,07	-3,04
Cimento	84,60	0,25	2,72	605,15	531,73	539,27	1,42
Cimento	71,80	0,29	2,94	552,00	490,73	486,91	-0,78
Cimento	62,10	0,35	3,51	478,40	427,57	420,32	-1,70
Cimento	75,40	0,32	3,81	475,00	410,98	426,06	3,67
Cimento	80,30	0,38	3,65	466,50	409,8	419,36	2,33
Cimento	45,20	0,53	3,47	459,80	383	394,67	3,05
Cimento	72,40	0,42	3,80	452,88	394,93	404,40	2,40
Cimento	56,30	0,38	3,87	441,60	394,37	387,10	-1,84
Cimento	51,30	0,43	3,67	454,10	379,51	394,28	3,89
Cimento	75,10	0,33	4,53	411,98	394,77	374,76	-5,07
Cimento	60,10	0,44	4,25	411,98	367,66	365,09	-0,70
Cimento	45,50	0,55	3,96	411,98	357,64	355,52	-0,59
Cimento	80,30	0,28	3,75	411,98	377,6	371,32	-1,66
Cimento	49,70	0,38	4,79	386,40	366,96	341,47	-6,95
Cimento	44,10	0,53	4,47	389,50	328,46	338,67	3,11
Cimento	57,10	0,48	4,74	385,40	330,96	343,42	3,76
Cimento	57,10	0,48	4,74	385,40	330,96	343,42	3,76
Cimento	34,80	0,43	4,85	380,00	326,18	328,87	0,83
Cimento	52,70	0,42	4,91	380,00	330,6	337,98	2,23
Cimento	75,40	0,33	5,32	366,20	354,94	339,93	-4,23
Cimento	59,70	0,44	5,04	366,20	334,62	329,87	-1,42
Cimento	48,10	0,55	4,74	366,20	322,63	321,67	-0,30
Cimento	67,30	0,39	5,02	373,20	334,91	339,81	1,46
Cimento	38,80	0,66	4,57	361,52	324,91	311,37	-4,17
Cimento	40,40	0,66	4,59	361,52	320,77	312,27	-2,65
Cimento	46,20	0,53	4,72	378,10	322,14	331,40	2,87
Cimento	42,50	0,33	4,95	374,19	324,21	328,33	1,27
Cimento	37,40	0,42	4,95	368,45	313,73	320,50	2,16
Cimento	48,40	0,55	5,60	333,70	290,09	299,28	3,17
Cimento	48,40	0,55	5,60	333,70	290,09	299,28	3,17
Cimento	70,90	0,33	6,34	320,43	311,8	304,44	-2,36
Cimento	59,70	0,44	6,05	320,43	297,38	296,59	-0,27
Cimento	50,10	0,55	5,76	320,43	287,48	289,38	0,66
Cimento	33,40	0,73	5,42	316,33	288,76	274,53	-4,93
Cimento	35,00	0,73	5,44	316,33	284,49	275,47	-3,17
Cimento	63,90	0,44	6,05	320,43	297,38	298,61	0,41
Cimento	35,60	0,63	5,90	312,55	272,04	276,17	1,52
Cimento	39,70	0,63	6,55	291,40	257,45	264,22	2,63

Cimento	39,70	0,63	6,55	291,40	257,45	264,22	2,63
Cimento	46,90	0,53	6,82	290,70	257	269,44	4,84
Cimento	27,60	0,83	6,56	271,14	252,65	239,69	-5,13
Cimento	28,90	0,83	6,58	271,14	248,18	240,46	-3,11
Cimento	35,80	0,69	7,20	267,90	239,81	246,11	2,63
Cimento	35,80	0,69	7,20	267,90	239,81	246,11	2,63
Cimento	25,40	0,74	7,04	267,90	238	239,73	0,73
Cimento	27,50	0,55	7,63	253,06	252,19	232,42	-7,84
Cimento	21,60	0,96	8,14	225,95	216,51	208,12	-3,87
Cimento	22,70	0,97	8,16	225,95	211,86	208,75	-1,47
Cimento	26,60	0,84	8,60	220,90	202,3	209,88	3,75
Cimento	26,60	0,84	8,60	220,90	202,3	209,88	3,75
Erro absoluto médio							2,71

**APÊNDICE F – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA –
LITERATURA – CIMENTO+SCM**

Dados							
	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	<i>Yobs</i>	<i>Yest</i>	<i>Erro</i>
Mistura	<i>fc28</i>	<i>a/tc</i>	<i>m/tc</i>	<i>tc</i>	<i>GWPo</i>	<i>GWMod</i>	<i>(%)</i>
PC/SF	85,20	0,21	2,42	708,38	461,52	459,91	-0,35
PC/FA	92,00	0,27	2,90	554,24	431,44	421,20	-2,37
PC/SF	76,20	0,28	3,33	541,76	396,58	389,37	-1,82
PC/SF	82,30	0,26	3,02	597,46	395,69	418,20	5,69
PC/SF	81,30	0,26	3,02	597,46	395,69	416,51	5,26
PC/SF	79,40	0,26	3,02	597,46	395,69	413,30	4,45
PC/FA	96,40	0,30	4,10	454,97	394,77	393,46	-0,33
PC/FA	74,70	0,33	3,92	455,30	364,75	358,34	-1,76
PC/FA	88,60	0,30	3,60	448,02	362,85	379,46	4,58
PC/FA	58,60	0,37	3,61	452,24	365,4	332,07	-9,12
PC/SF	49,80	0,46	3,91	444,24	315,5	316,40	0,29
PC/FA	56,00	0,40	3,99	417,45	335,2	316,22	-5,66
PC/SF	60,30	0,37	4,26	433,41	320,87	327,02	1,92
PC/FA	50,30	0,45	4,61	377,25	320,45	292,88	-8,60
PC/L	54,30	0,56	3,50	406,79	341,51	315,60	-7,59
PC/FA	74,20	0,34	4,04	437,71	337,25	351,77	4,31
PC/FA	76,90	0,25	2,93	523,00	402,54	384,74	-4,42
PC/FA	81,60	0,38	5,01	363,98	309,87	338,34	9,19
PC/FA	42,50	0,55	4,61	373,34	290,55	281,34	-3,17
PC/L	51,70	0,56	5,56	328,03	293,39	279,77	-4,64
PC/FA	77,60	0,30	3,20	487,23	362,29	375,01	3,51
PC/FA	48,60	0,44	5,07	364,24	294,37	284,29	-3,43
PC/FA	63,80	0,42	5,02	358,41	297,35	307,67	3,47
PC/FA	48,00	0,46	4,71	365,27	297,03	285,21	-3,98
PC/FA	41,70	0,46	5,26	331,22	274,23	261,75	-4,55
PC/FA	36,70	0,73	5,13	323,73	272,25	258,97	-4,88
PC/FA	39,70	0,68	4,39	357,38	278,07	275,67	-0,86
PC/FA	38,50	0,65	3,82	387,04	283,89	284,09	0,07
PC/FA	38,70	0,70	4,69	342,61	275,36	268,89	-2,35
PC/FA	39,90	0,66	4,06	374,02	281,26	281,83	0,20
PC/FA	36,90	0,56	3,62	399,33	286,64	283,59	-1,06
PC/FA	36,20	0,57	4,76	358,92	265,28	266,18	0,34
PC/L	43,50	0,64	6,31	289,44	268,34	253,30	-5,60
PC/L	44,00	0,65	6,58	284,03	257,56	251,93	-2,18
PC/FA	42,80	0,46	5,19	350,17	270,18	270,05	-0,05
PC/FA	30,80	0,82	6,16	280,81	242,33	234,48	-3,24
PC/FA	33,80	0,75	5,20	314,49	248,1	251,36	1,32
PC/FA	33,20	0,72	4,60	338,66	252,83	259,19	2,52
PC/FA	33,30	0,77	5,61	299,78	245,52	245,21	-0,13

PC/FA	34,10	0,73	4,86	328,27	250,76	256,80	2,41
PC/FA	31,40	0,71	4,32	350,90	255,45	260,57	2,00
PC/FA	29,90	0,49	5,27	323,64	247,32	240,13	-2,91
PC/L	34,80	0,74	7,28	250,85	243,3	226,00	-7,11
PC/L	36,30	0,74	7,46	250,61	235,87	227,95	-3,36
PC/L	35,30	0,75	7,70	248,02	229,05	224,95	-1,79
PC/L	31,40	0,81	8,46	228,02	213,69	211,50	-1,02
PC/FA	25,00	0,50	5,72	321,43	228,94	230,23	0,56
PC/FA	25,30	0,92	7,43	241,16	212,94	211,60	-0,63
PC/FA	27,70	0,85	6,37	268,75	217,62	225,54	3,64
PC/FA	26,60	0,81	5,65	290,28	221,8	231,75	4,49
PC/FA	27,30	0,88	6,80	256,96	215,56	220,54	2,31
PC/FA	27,90	0,83	6,02	279,84	219,82	229,85	4,56
PC/FA	25,10	0,80	5,35	300,09	223,89	232,91	4,03
PC/FA	40,10	0,48	6,46	279,83	219,58	239,57	9,11
PC/L	29,50	0,85	8,73	218,84	210,11	205,50	-2,19
PC/L	29,00	0,85	8,61	217,20	214,18	204,63	-4,46
PC/FA	39,30	0,49	5,59	321,17	274,94	254,42	-7,46
PC/FA	23,10	0,53	5,94	309,15	216,86	223,29	2,97
PC/FA	29,40	0,51	6,16	284,47	211,12	224,75	6,45
PC/FA	31,70	0,51	6,16	284,47	211,12	228,63	8,29
PC/L	25,60	0,92	9,59	201,19	196,28	192,78	-1,78
PC/L	22,70	0,98	10,07	189,66	191,17	184,33	-3,58
PC/FA	21,60	0,54	6,24	295,12	204,93	215,65	5,23
PC/FA	21,40	0,99	8,00	223,00	187,09	199,32	6,54
PC/FA	20,00	0,95	7,12	241,90	190,75	204,38	7,15
PC/FA	20,90	1,02	8,47	214,13	185,57	195,14	5,16
PC/FA	21,20	0,96	7,49	234,10	189,26	203,08	7,30
PC/L	23,20	0,98	10,11	188,02	180,77	184,77	2,21
PC/L	21,30	1,01	10,18	183,78	192,5	180,61	-6,17
PC/MK	49,80	0,27	2,62	369,83	300,32	290,18	-3,38
PC/MK	40,10	0,31	3,10	320,22	263,55	257,35	-2,35
PC/MK	43,50	0,30	2,96	347,31	271,94	272,17	0,09
PC/MK	31,90	0,35	3,62	279,63	234,28	229,98	-1,84
PC/MK	35,80	0,35	3,50	300,72	238,51	243,69	2,17
PC/MK	28,50	0,38	3,98	257,08	218,51	216,70	-0,83
PC/MK	35,80	0,35	3,47	314,34	243,34	248,38	2,07
PC/MK	27,60	0,40	4,09	262,60	212,43	217,09	2,19
PC/MK	21,30	0,46	4,75	211,98	180,77	189,88	5,04
PC/MK	24,20	0,43	4,50	241,42	198,52	204,25	2,89
PC/MK	27,60	0,41	4,10	272,17	214,21	220,46	2,92
PC/MK	20,80	0,46	4,80	237,67	190,25	197,37	3,74
Erro absoluto médio							3,53

**APÊNDICE G – DADOS PARA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA –
LITERATURA – CIMENTO+ESCÓRIA**

Dados							
<i>Mistura</i>	<i>X1</i> <i>fc28</i>	<i>X2</i> <i>a/tc</i>	<i>X3</i> <i>m/tc</i>	<i>X4</i> <i>tc</i>	<i>Yobs</i> <i>GWPo</i>	<i>Yest</i> <i>GWMod</i>	<i>Erro</i> <i>(%)</i>
PC/Slag	78,60	0,29	2,64	599,86	452,5	471,71	4,24
PC/Slag	79,30	0,29	2,64	599,86	452,5	474,71	4,91
PC/Slag	66,70	0,29	2,64	599,86	452,5	420,71	-7,02
PC/Slag	63,80	0,29	2,64	599,86	452,5	408,29	-9,77
PC/Slag	70,10	0,41	3,80	453,51	367,92	349,93	-4,89
PC/Slag	76,50	0,34	4,68	397,08	332,59	309,31	-7,00
PC/Slag	68,70	0,45	4,38	397,08	310,57	310,71	0,05
PC/Slag	47,10	0,57	4,08	397,08	302,27	252,98	-16,31
PC/Slag	81,80	0,34	4,68	397,08	332,59	332,03	-0,17
PC/Slag	76,10	0,34	5,50	352,96	301,89	277,70	-8,01
PC/Slag	61,70	0,45	5,20	352,96	282,44	250,91	-11,16
PC/Slag	49,20	0,57	4,90	352,96	272,69	232,26	-14,83
PC/Slag	76,10	0,34	6,56	308,84	267,43	252,67	-5,52
PC/Slag	61,50	0,45	6,25	308,84	252,19	224,82	-10,85
PC/Slag	53,30	0,57	5,96	308,84	243,11	224,72	-7,56
PC/Slag	47,50	0,56	3,51	443,06	255,99	287,91	12,47
PC/Slag	41,80	0,64	4,52	367,06	247,1	235,10	-4,86
PC/Slag	33,70	0,75	5,57	310,06	240,31	198,54	-17,38
PC/Slag	78,30	0,35	4,84	382,19	272,06	309,38	13,72
PC/Slag	62,10	0,47	4,53	382,19	252,71	276,14	9,27
PC/Slag	46,10	0,59	4,21	382,19	246,89	243,76	-1,27
PC/Slag	41,40	0,62	4,20	387,68	227,8	239,11	4,97
PC/Slag	36,10	0,72	5,35	321,18	219,99	205,70	-6,49
PC/Slag	29,00	0,83	6,56	271,31	214,08	187,98	-12,19
PC/Slag	42,30	0,58	3,16	454,18	243,22	278,07	14,33
PC/Slag	76,70	0,35	5,70	339,72	244,32	275,20	12,64
PC/Slag	62,50	0,47	5,37	339,72	232,33	250,33	7,75
PC/Slag	48,20	0,59	5,06	339,72	223,45	225,33	0,84
PC/Slag	75,70	0,35	6,78	297,26	219	248,04	13,26
PC/Slag	62,80	0,47	6,48	297,26	207,82	229,17	10,27
PC/Slag	52,30	0,59	6,16	297,26	200,01	220,24	10,11
PC/Slag	34,00	0,70	5,13	332,30	199,59	196,32	-1,64
PC/Slag	30,00	0,81	6,46	275,30	192,88	188,77	-2,13
PC/Slag	23,60	0,94	7,89	232,55	187,84	191,04	1,70
PC/Slag	31,80	0,52	2,89	503,30	219,46	257,18	17,19
PC/Slag	34,50	0,56	3,45	446,30	212,84	236,17	10,96
PC/Slag	34,90	0,62	4,17	389,30	206,25	212,35	2,96
PC/Slag	36,90	0,61	4,36	367,29	191,51	200,26	4,57
PC/Slag	27,00	0,81	6,43	276,92	171,4	173,91	1,47

PC/Slag	23,50	0,95	8,02	229,42	165,78	192,96	16,39
PC/Slag	25,10	0,59	3,75	419,42	187,94	184,27	-1,95
PC/Slag	27,20	0,64	4,42	371,92	182,48	174,65	-4,29
PC/Slag	27,80	0,71	5,28	324,42	176,96	169,58	-4,17
PC/Slag	37,50	0,61	5,24	326,48	174,21	177,73	2,02
PC/Slag	42,20	0,61	6,39	285,67	156,97	178,07	13,44
PC/Slag	25,90	0,64	4,51	352,40	136,14	150,02	10,19
PC/Slag	23,70	0,64	5,44	313,24	125,04	118,19	-5,48
PC/Slag	28,00	0,64	6,62	274,09	113,95	119,08	4,50
Erro absoluto médio							7,69

APÊNDICE H - Dados reais de projetos de dosagem usados no método proposto

Mistura	Fonte	Cimento PC	Tipo de Cimento	Teor de Clinquer	Sílica ativa SF	t _{C3A}	i(t)	kp(t)	Ceq (kg)	Agregado miúdo	Agregado graúdo	Água	a/Ceq	Resistência a compressão (MPa)	a/c	GWP (kg CO ₂ eq)	Custo (R\$)	m	c / ceq	H	α
PC	TECOMAT - 01	349,44	CP V ARI RS	331,968						839,28	1153,4016	192,4		37,55	0,58	292,72	326,72	6,00	331,97	0,08	0,50
PC	TECOMAT - 02	457,6	CP V ARI RS	434,72						771,68	1029,6	213,2		46,35	0,49	372,58	364,96	4,14	434,72	0,10	0,54
PC	TECOMAT - 03	341,12	CP V ARI RS	324,064						1048,32	1074,32	180,96		47,5	0,56	289,67	321,79	6,55	324,06	0,07	0,56
PC	TECOMAT - 04	364	CP V ARI RS	345,8						1047,28	849,68	227,76		26,5	0,66	305,81	336,16	5,49	345,80	0,10	0,62
PC	TECOMAT - 05	302,64	CP V ARI RS	287,508						866,32	937,04	230,88		28,2	0,80	257,76	284,59	6,27	287,51	0,11	0,55
PC	TECOMAT - 06	448,24	CP V ARI RS	425,828						735,28	1089,92	201,76		43,6	0,47	366,3	388,47	4,29	425,83	0,09	0,52
PC	TECOMAT - 07	367,12	CP V ARI RS	348,764						822,64	1073,28	201,76		36,5	0,58	306,16	344,10	5,44	348,76	0,09	0,52
PC	TECOMAT - 08	438,88	CP V ARI RS	416,936						743,6	1102,4	197,6		43,2	0,47	359,44	384,08	4,43	416,94	0,09	0,51
PC	TECOMAT - 09	353,6	CP V ARI RS	335,92						989,04	1042,08	190,32		50,4	0,57	297,81	322,97	6,05	335,92	0,08	0,56
PC	TECOMAT - 10	358,8	CP V ARI RS	340,86						827,84	1084,72	197,6		36,8	0,58	300,03	340,09	5,61	340,86	0,09	0,52
PC/SF	TECOMAT SF - 01	361,92	CP IIF 40	325,73	31,2	8,00	1,65	3,63	431,05	756,08	1073,28	197,6	0,46	46,6		341,47	367,33	5,62	325,73	0,07	0,50
PC/SF	TECOMAT SF - 02	269,36	CP V ARI RS	255,89	23,92	8,00	1,65	3,63	336,96	1064,96	1043,12	180,96	0,54	45,5		240,14	325,67	8,24	255,89	0,06	0,56
PC/SF	TECOMAT SF - 03	300,56	CP IIF 40	270,50	33,28	8,00	1,65	3,63	377,77	799,76	870,48	191,36	0,51	44,75		288,48	329,42	6,17	270,50	0,07	0,55
PC/SF	TECOMAT SF - 04	325,52	CP IIF 40	292,97	28,08	8,00	1,65	3,63	387,75	781,04	1090,96	192,4	0,50	45,45		310,75	345,83	6,39	292,97	0,07	0,50
PC/SF	TECOMAT SF - 05	312,00	CP IIF 40	280,80	34,32	8,00	1,65	3,63	391,57	808,08	1120,08	193,44	0,49	45,25		295,66	339,00	6,87	280,80	0,06	0,49
PC/SF	TECOMAT SF - 06	416,00	CP V ARI RS	395,20	20,8	8,00	1,65	3,63	470,87	893,36	915,2	227,76	0,48	53,7		344,97	377,67	4,58	395,20	0,09	0,58
PC/SF	TECOMAT SF - 07	338,00	CP V ARI RS	321,10	17,68	8,00	1,65	3,63	385,15	974,48	1083,68	180,96	0,47	52,9		288,7	345,82	6,41	321,10	0,06	0,54
PC/SF	TECOMAT SF - 08	269,36	CP V ARI RS	255,89	23,92	8,00	1,65	3,63	336,96	1064,96	1043,12	180,96	0,54	48,1		238,9	322,47	8,24	255,89	0,06	0,56
PC/SF	TECOMAT SF - 09	326,56	CP V ARI RS	310,23	36,4	8,00	1,65	3,63	428,69	963,04	1087,84	180,96	0,42	55,3		282,6	370,70	6,61	310,23	0,06	0,54
PC/SF	TECOMAT SF - 10	269,36	CP V ARI RS	255,89	23,92	8,00	1,65	3,63	336,96	1064,96	1043,12	198,64	0,59	38,6		238,91	322,47	8,24	255,89	0,06	0,56
PC	Dosagem experimental - 01	538,04	CP V ARI RS	511,14						457,33	995,37	269,02		32,16	0,53	419,57	379,77	2,84	511,14	0,14	0,49
PC	Dosagem experimental - 02	445,62	CP V ARI RS	423,34						601,59	1047,21	222,81		35,05	0,53	354,00	344,03	3,89	423,34	0,11	0,49
PC	Dosagem experimental - 03	380,29	CP V ARI RS	361,28						703,54	1083,83	190,15		32,35	0,53	307,65	318,76	4,95	361,28	0,09	0,50
PC	Dosagem experimental - 04	380,29	CP V ARI RS	361,28						859,46	927,91	190,15		37,88	0,53	308,96	319,54	4,95	361,28	0,09	0,57

APÊNDICE I – Dados para análise simultânea de parâmetros

Mistura	Fonte	Cimento PC	Tipo de Cimento	Teor de Clinquer	Água	Resistência a compressão (MPa)	a/t	1 / a/t	GWP (kg CO ₂ eq)	1/GWP	Custo (R\$)	1/Custo	Resistência a compressão (Norm.)	1/ a/c (Norm.)	GWP (Norm.)	Custo (Norm.)	Xg	Yg	Módulo	Quad.	tg(Q)	(Q)	Az	Área	A/mo
PC9.5	ACI	358,97	CPV ARI	341,03	237,12	21,9	0,70	1,44	297,66	0,0033595	331,08	0,0030	0,00	0,00	0,75	0,69	-0,23	-0,25	0,34	3Q	0,92	42,75	222,75	0,26	0,76
PC9.5	ACI	358,97	CPV ARI	341,03	237,12	21,9	0,70	1,44	297,92	0,0033566	330,23	0,0030	0,00	0,00	0,75	0,70	-0,23	-0,25	0,34	3Q	0,93	43,01	223,01	0,26	0,77
PC9.5	ACI	358,97	CPV ARI	341,03	237,12	21,9	0,70	1,44	298,19	0,0033536	329,38	0,0030	0,00	0,00	0,75	0,70	-0,23	-0,25	0,34	3Q	0,94	43,28	223,28	0,26	0,77
PC9.5	ACI	358,97	CPV ARI	341,03	237,12	21,9	0,70	1,44	298,45	0,0033506	328,53	0,0030	0,00	0,00	0,75	0,71	-0,24	-0,25	0,34	3Q	0,95	43,55	223,55	0,26	0,77
PC9.5	ACI	368,19	CPV ARI	349,78	237,12	22,9	0,68	1,48	304,42	0,0032849	335,37	0,0030	0,04	0,03	0,71	0,67	-0,21	-0,23	0,31	3Q	0,95	43,40	223,40	0,26	0,83
PC9.5	ACI	368,19	CPV ARI	349,78	237,12	22,9	0,68	1,48	304,69	0,003282	334,52	0,0030	0,04	0,03	0,71	0,67	-0,22	-0,23	0,31	3Q	0,96	43,68	223,68	0,26	0,84
PC9.5	ACI	368,19	CPV ARI	349,78	237,12	22,9	0,68	1,48	304,95	0,0032792	333,67	0,0030	0,04	0,03	0,71	0,68	-0,22	-0,23	0,31	3Q	0,96	43,96	223,96	0,26	0,84
PC9.5	ACI	368,19	CPV ARI	349,78	237,12	22,9	0,68	1,48	305,21	0,0032764	332,82	0,0030	0,04	0,03	0,71	0,68	-0,22	-0,22	0,31	3Q	0,97	44,25	224,25	0,26	0,84
PC9.5	ACI	377,64	CPV ARI	358,76	237,12	23,9	0,66	1,51	311,35	0,0032118	339,76	0,0029	0,07	0,05	0,68	0,64	-0,20	-0,20	0,28	3Q	0,97	44,12	224,12	0,26	0,92
PC9.5	ACI	377,64	CPV ARI	358,76	237,12	23,9	0,66	1,51	311,61	0,0032091	338,92	0,0030	0,07	0,05	0,68	0,65	-0,20	-0,20	0,28	3Q	0,98	44,42	224,42	0,26	0,92
PC9.5	ACI	377,64	CPV ARI	358,76	237,12	23,9	0,66	1,51	311,88	0,0032064	338,07	0,0030	0,07	0,05	0,68	0,65	-0,20	-0,20	0,28	3Q	0,99	44,72	224,72	0,26	0,93
PC9.5	ACI	377,64	CPV ARI	358,76	237,12	23,9	0,66	1,51	312,14	0,0032037	337,22	0,0030	0,07	0,05	0,68	0,66	-0,20	-0,20	0,28	3Q	1,00	45,02	225,02	0,26	0,93
PC9.5	ACI	387,33	CPV ARI	367,96	237,12	24,9	0,64	1,55	318,46	0,0031401	344,28	0,0029	0,11	0,08	0,65	0,61	-0,18	-0,18	0,25	3Q	1,00	44,94	224,94	0,26	1,03
PC9.5	ACI	387,33	CPV ARI	367,96	237,12	24,9	0,64	1,55	318,72	0,0031376	343,43	0,0029	0,11	0,08	0,64	0,62	-0,18	-0,18	0,25	3Q	1,01	45,26	225,26	0,26	1,03
PC9.5	ACI	387,33	CPV ARI	367,96	237,12	24,9	0,64	1,55	318,98	0,003135	342,58	0,0029	0,11	0,08	0,64	0,62	-0,18	-0,18	0,25	3Q	1,02	45,58	225,58	0,26	1,03
PC9.5	ACI	387,33	CPV ARI	367,96	237,12	24,9	0,64	1,55	319,24	0,0031324	341,73	0,0029	0,11	0,08	0,64	0,63	-0,18	-0,18	0,26	3Q	1,03	45,90	225,90	0,27	1,04
PC9.5	ACI	397,27	CPV ARI	377,41	237,12	25,9	0,63	1,59	325,74	0,0030699	348,90	0,0029	0,14	0,10	0,61	0,59	-0,16	-0,16	0,22	3Q	1,03	45,88	225,88	0,26	1,17
PC9.5	ACI	397,27	CPV ARI	377,41	237,12	25,9	0,63	1,59	326,01	0,0030674	348,06	0,0029	0,14	0,10	0,61	0,59	-0,16	-0,16	0,23	3Q	1,04	46,24	226,24	0,26	1,17
PC9.5	ACI	397,27	CPV ARI	377,41	237,12	25,9	0,63	1,59	326,27	0,0030649	347,21	0,0029	0,14	0,10	0,61	0,60	-0,16	-0,16	0,23	3Q	1,06	46,58	226,58	0,27	1,17
PC9.5	ACI	397,27	CPV ARI	377,41	237,12	25,9	0,63	1,59	326,54	0,0030624	346,36	0,0029	0,14	0,10	0,61	0,60	-0,17	-0,16	0,23	3Q	1,07	46,93	226,93	0,27	1,17
PC9.5	ACI	407,47	CPV ARI	387,09	237,12	26,9	0,61	1,63	333,22	0,003001	353,65	0,0028	0,18	0,13	0,58	0,56	-0,14	-0,13	0,20	3Q	1,07	47,02	227,02	0,26	1,35
PC9.5	ACI	407,47	CPV ARI	387,09	237,12	26,9	0,61	1,63	333,49	0,0029986	352,80	0,0028	0,18	0,13	0,58	0,57	-0,14	-0,13	0,20	3Q	1,09	47,41	227,41	0,27	1,35
PC9.5	ACI	407,47	CPV ARI	387,09	237,12	26,9	0,61	1,63	333,75	0,0029963	351,95	0,0028	0,18	0,13	0,58	0,57	-0,15	-0,13	0,20	3Q	1,10	47,79	227,79	0,27	1,35
PC9.5	ACI	407,47	CPV ARI	387,09	237,12	26,9	0,61	1,63	334,01	0,0029939	351,11	0,0028	0,18	0,13	0,58	0,58	-0,15	-0,13	0,20	3Q	1,12	48,17	228,17	0,27	1,35
PC9.5	ACI	433,02	CPV ARI	411,37	237,12	29,3	0,58	1,73	351,96	0,0028412	365,54	0,0027	0,27	0,20	0,51	0,50	-0,10	-0,08	0,13	3Q	1,25	51,28	231,28	0,27	2,14
PC9.5	ACI	433,02	CPV ARI	411,37	237,12	29,3	0,58	1,73	352,22	0,0028391	364,69	0,0027	0,27	0,20	0,50	0,50	-0,10	-0,08	0,13	3Q	1,27	51,80	231,80	0,27	2,13
PC9.5	ACI	433,02	CPV ARI	411,37	237,12	29,3	0,58	1,73	352,49	0,002837	363,85	0,0027	0,27	0,20	0,50	0,51	-0,10	-0,08	0,13	3Q	1,29	52,31	232,31	0,27	2,13
PC9.5	ACI	433,02	CPV ARI	411,37	237,12	29,3	0,58	1,73	352,75	0,0028349	363,00	0,0028	0,27	0,20	0,50	0,51	-0,10	-0,08	0,13	3Q	1,32	52,81	232,81	0,28	2,12
PC9.5	ACI	444,13	CPV ARI	421,93	237,12	30,3	0,56	1,78	360,10	0,002777	370,71	0,0027	0,30	0,23	0,48	0,47	-0,08	-0,06	0,10	3Q	1,40	54,48	234,48	0,28	2,79
PC9.5	ACI	444,13	CPV ARI	421,93	237,12	30,3	0,56	1,78	360,37	0,0027749	369,87	0,0027	0,30	0,23	0,47	0,48	-0,08	-0,06	0,10	3Q	1,43	55,10	235,10	0,28	2,77
PC9.5	ACI	444,13	CPV ARI	421,93	237,12	30,3	0,56	1,78	360,63	0,0027729	369,02	0,0027	0,30	0,23	0,47	0,48	-0,08	-0,06	0,10	3Q	1,47	55,70	235,70	0,28	2,76
PC9.5	ACI	444,13	CPV ARI	421,93	237,12	30,3	0,56	1,78	360,90	0,0027709	368,17	0,0027	0,30	0,23	0,47	0,49	-0,08	-0,06	0,10	3Q	1,50	56,30	236,30	0,28	2,75
PC9.5	ACI	455,53	CPV ARI	432,76	237,12	31,3	0,55	1,83	368,46	0,002714	376,02	0,0027	0,34	0,26	0,45	0,45	-0,06	-0,04	0,07	3Q	1,73	59,99	239,99	0,28	3,94
PC9.5	ACI	455,53	CPV ARI	432,76	237,12	31,3	0,55	1,83	368,73	0,002712	375,17	0,0027	0,34	0,26	0,44	0,45	-0,06	-0,04	0,07	3Q	1,79	60,74	240,74	0,28	3,91
PC9.5	ACI	455,53	CPV ARI	432,76	237,12	31,3	0,55	1,83	368,99	0,0027101	374,33	0,0027	0,34	0,26	0,44	0,46	-0,06	-0,03	0,07	3Q	1,84	61,47	241,47	0,28	3,87
PC9.5	ACI	455,53	CPV ARI	432,76	237,12	31,3	0,55	1,83	369,26	0,0027081	373,48	0,0027	0,34	0,26	0,44	0,46	-0,07	-0,03	0,07	3Q	1,90	62,19	242,19	0,28	3,83
PC9.5	ACI	467,22	CPV ARI	443,86	237,12	32,3	0,53	1,87	377,03	0,0026523	381,46	0,0026	0,38	0,30	0,42	0,42	-0,04	-0,01	0,04	3Q	3,06	71,92	251,92	0,28	6,42
PC9.5	ACI	467,22	CPV ARI	443,86	237,12	32,3	0,53	1,87	377,30	0,0026504	380,61	0,0026	0,38	0,30	0,42	0,43	-0,04	-0,01	0,05	3Q	3,23	72,79	252,79	0,29	6,28
PC9.5	ACI	467,22	CPV ARI	443,86	237,12	32,3	0,53	1,87	377,56	0,0026486	379,77	0,0026	0,38	0,30	0,42	0,43	-0,04	-0,01	0,05	3Q	3,40	73,60	253,60	0,29	6,15
PC9.5	ACI	467,22	CPV ARI	443,86	237,12	32,3	0,53	1,87	377,83	0,0026467	378,92	0,0026	0,38	0,30	0,41	0,43	-0,05	-0,01	0,05	3Q	3,58	74,39	254,39	0,29	6,02
PC9.5	ACI	479,22	CPV ARI	455,25	237,12	33,3	0,52	1,92	385,83	0,0025918	387,04	0,0026	0,41	0,33	0,39	0,40	-0,02	0,01	0,02	4Q	-2,94	71,24	288,76	0,29	12,09
PC9.5	ACI	479,22	CPV ARI	455,25	237,12	33,3	0,52	1,92	386,10	0,00259	386,20	0,0026	0,41	0,33	0,39	0,40	-0,02	0,01	0,03	4Q	-3,00	71,56	288,44	0,29	11,51
PC9.5	ACI	479,22	CPV ARI	455,25	237,12	33,3	0,52	1,92	386,36	0,0025883	385,35	0,0026	0,41	0,33	0,39	0,41	-0,03	0,01	0,03	4Q	-3,06	71,88	288,12	0,29	11,00
PC9.5	ACI	479,22	CPV ARI	455,25	237,12	33,3	0,52	1,92	386,63	0,0025865	384,50	0,0026	0,41	0,33	0,39	0,41	-0,03	0,01	0,03	4Q	-3,10	72,15	287,85	0,29	10,52

PC9.5	ACI	491,51	CPV ARI	466,94	237,12	34,3	0,51	1,97	394,85	0,0025326	392,77	0,0025	0,45	0,36	0,36	0,37	0,00	0,03	0,03	4Q	-0,11	6,02	353,98	0,30	10,17
PC9.5	ACI	491,51	CPV ARI	466,94	237,12	34,3	0,51	1,97	395,11	0,0025309	391,92	0,0026	0,45	0,36	0,36	0,38	0,00	0,03	0,03	4Q	-0,15	8,35	351,65	0,30	10,07
PC9.5	ACI	491,51	CPV ARI	466,94	237,12	34,3	0,51	1,97	395,37	0,0025293	391,07	0,0026	0,45	0,36	0,36	0,38	-0,01	0,03	0,03	4Q	-0,19	10,63	349,37	0,30	9,95
PC9.5	ACI	491,51	CPV ARI	466,94	237,12	34,3	0,51	1,97	395,64	0,0025276	390,23	0,0026	0,45	0,36	0,36	0,38	-0,01	0,03	0,03	4Q	-0,23	12,84	347,16	0,30	9,82
PC9.5	ACI	504,13	CPV ARI	478,92	237,12	35,3	0,50	2,02	404,10	0,0024746	398,64	0,0025	0,48	0,40	0,33	0,35	0,02	0,05	0,05	1Q	0,34	18,61	18,61	0,30	5,74
PC9.5	ACI	504,13	CPV ARI	478,92	237,12	35,3	0,50	2,02	404,36	0,002473	397,79	0,0025	0,48	0,40	0,33	0,35	0,02	0,05	0,05	1Q	0,31	17,29	17,29	0,31	5,78
PC9.5	ACI	504,13	CPV ARI	478,92	237,12	35,3	0,50	2,02	404,63	0,0024714	396,94	0,0025	0,48	0,40	0,33	0,35	0,01	0,05	0,05	1Q	0,29	15,95	15,95	0,31	5,81
PC9.5	ACI	504,13	CPV ARI	478,92	237,12	35,3	0,50	2,02	404,89	0,0024698	396,10	0,0025	0,48	0,40	0,33	0,36	0,01	0,05	0,05	1Q	0,26	14,60	14,60	0,31	5,84
PC9.5	ACI	517,07	CPV ARI	491,22	237,12	36,3	0,48	2,07	413,59	0,0024179	404,66	0,0025	0,52	0,43	0,31	0,32	0,04	0,07	0,08	1Q	0,52	27,56	27,56	0,31	3,89
PC9.5	ACI	517,07	CPV ARI	491,22	237,12	36,3	0,48	2,07	413,85	0,0024163	403,82	0,0025	0,52	0,43	0,31	0,32	0,04	0,07	0,08	1Q	0,50	26,74	26,74	0,31	3,92
PC9.5	ACI	517,07	CPV ARI	491,22	237,12	36,3	0,48	2,07	414,12	0,0024148	402,97	0,0025	0,52	0,43	0,31	0,33	0,03	0,07	0,08	1Q	0,49	25,91	25,91	0,31	3,95
PC9.5	ACI	517,07	CPV ARI	491,22	237,12	36,3	0,48	2,07	414,38	0,0024132	402,12	0,0025	0,52	0,43	0,30	0,33	0,03	0,07	0,08	1Q	0,47	25,07	25,07	0,32	3,98
PC9.5	ACI	530,34	CPV ARI	503,82	237,12	37,3	0,47	2,12	423,32	0,0023623	410,84	0,0024	0,56	0,47	0,28	0,30	0,06	0,09	0,11	1Q	0,63	32,09	32,09	0,32	2,95
PC9.5	ACI	530,34	CPV ARI	503,82	237,12	37,3	0,47	2,12	423,58	0,0023608	409,99	0,0024	0,56	0,47	0,28	0,30	0,06	0,09	0,11	1Q	0,61	31,52	31,52	0,32	2,97
PC9.5	ACI	530,34	CPV ARI	503,82	237,12	37,3	0,47	2,12	423,85	0,0023593	409,14	0,0024	0,56	0,47	0,28	0,30	0,06	0,09	0,11	1Q	0,60	30,93	30,93	0,32	3,00
PC9.5	ACI	530,34	CPV ARI	503,82	237,12	37,3	0,47	2,12	424,11	0,0023579	408,30	0,0024	0,56	0,47	0,28	0,31	0,05	0,09	0,11	1Q	0,59	30,35	30,35	0,32	3,02
PC9.5	ACI	543,95	CPV ARI	516,75	237,12	38,3	0,46	2,18	433,30	0,0023079	417,18	0,0024	0,59	0,51	0,25	0,27	0,08	0,11	0,14	1Q	0,70	34,87	34,87	0,33	2,40
PC9.5	ACI	543,95	CPV ARI	516,75	237,12	38,3	0,46	2,18	433,56	0,0023065	416,33	0,0024	0,59	0,51	0,25	0,27	0,08	0,11	0,14	1Q	0,69	34,44	34,44	0,33	2,42
PC9.5	ACI	543,95	CPV ARI	516,75	237,12	38,3	0,46	2,18	433,83	0,0023051	415,48	0,0024	0,59	0,51	0,25	0,28	0,08	0,11	0,14	1Q	0,67	34,01	34,01	0,33	2,44
PC9.5	ACI	543,95	CPV ARI	516,75	237,12	38,3	0,46	2,18	434,09	0,0023037	414,63	0,0024	0,59	0,51	0,25	0,28	0,08	0,11	0,14	1Q	0,66	33,57	33,57	0,33	2,45
PC9.5	ACI	557,91	CPV ARI	530,02	237,12	39,3	0,45	2,24	443,53	0,0022546	423,67	0,0024	0,63	0,54	0,23	0,25	0,10	0,13	0,17	1Q	0,75	36,81	36,81	0,34	2,05
PC9.5	ACI	557,91	CPV ARI	530,02	237,12	39,3	0,45	2,24	443,80	0,0022533	422,83	0,0024	0,63	0,54	0,23	0,25	0,10	0,13	0,17	1Q	0,74	36,47	36,47	0,34	2,06
PC9.5	ACI	557,91	CPV ARI	530,02	237,12	39,3	0,45	2,24	444,06	0,0022519	421,98	0,0024	0,63	0,54	0,23	0,25	0,10	0,13	0,16	1Q	0,73	36,12	36,12	0,34	2,07
PC9.5	ACI	557,91	CPV ARI	530,02	237,12	39,3	0,45	2,24	444,33	0,0022506	421,13	0,0024	0,63	0,54	0,23	0,26	0,10	0,13	0,16	1Q	0,72	35,78	35,78	0,34	2,08
PC9.5	ACI	572,23	CPV ARI	543,62	237,12	40,3	0,44	2,29	454,03	0,0022025	430,34	0,0023	0,66	0,58	0,21	0,22	0,12	0,15	0,19	1Q	0,79	38,26	38,26	0,35	1,80
PC9.5	ACI	572,23	CPV ARI	543,62	237,12	40,3	0,44	2,29	454,30	0,0022012	429,49	0,0023	0,66	0,58	0,20	0,22	0,12	0,15	0,19	1Q	0,78	37,98	37,98	0,35	1,81
PC9.5	ACI	572,23	CPV ARI	543,62	237,12	40,3	0,44	2,29	454,56	0,0021999	428,64	0,0023	0,66	0,58	0,20	0,23	0,12	0,15	0,19	1Q	0,77	37,71	37,71	0,35	1,82
PC9.5	ACI	572,23	CPV ARI	543,62	237,12	40,3	0,44	2,29	454,83	0,0021986	427,80	0,0023	0,66	0,58	0,20	0,23	0,12	0,15	0,19	1Q	0,77	37,43	37,43	0,35	1,83
PC9.5	ACI	586,92	CPV ARI	557,57	237,12	41,3	0,43	2,35	464,81	0,0021514	437,17	0,0023	0,70	0,62	0,18	0,20	0,14	0,17	0,22	1Q	0,82	39,42	39,42	0,36	1,62
PC9.5	ACI	586,92	CPV ARI	557,57	237,12	41,3	0,43	2,35	465,07	0,0021502	436,33	0,0023	0,70	0,62	0,18	0,20	0,14	0,17	0,22	1Q	0,82	39,19	39,19	0,36	1,62
PC9.5	ACI	586,92	CPV ARI	557,57	237,12	41,3	0,43	2,35	465,33	0,002149	435,48	0,0023	0,70	0,62	0,18	0,20	0,14	0,17	0,22	1Q	0,81	38,96	38,96	0,36	1,63
PC9.5	ACI	586,92	CPV ARI	557,57	237,12	41,3	0,43	2,35	465,60	0,0021478	434,63	0,0023	0,70	0,62	0,18	0,21	0,14	0,17	0,22	1Q	0,80	38,73	38,73	0,37	1,64
PC9.5	ACI	601,98	CPV ARI	571,88	237,12	42,3	0,41	2,41	475,85	0,0021015	444,19	0,0023	0,74	0,67	0,16	0,17	0,16	0,19	0,25	1Q	0,85	40,39	40,39	0,37	1,48
PC9.5	ACI	601,98	CPV ARI	571,88	237,12	42,3	0,41	2,41	476,11	0,0021004	443,34	0,0023	0,74	0,67	0,16	0,18	0,16	0,19	0,25	1Q	0,85	40,20	40,20	0,38	1,49
PC9.5	ACI	601,98	CPV ARI	571,88	237,12	42,3	0,41	2,41	476,38	0,0020992	442,49	0,0023	0,74	0,67	0,16	0,18	0,16	0,19	0,25	1Q	0,84	40,00	40,00	0,38	1,49
PC9.5	ACI	601,98	CPV ARI	571,88	237,12	42,3	0,41	2,41	476,64	0,002098	441,64	0,0023	0,74	0,67	0,16	0,18	0,16	0,19	0,25	1Q	0,83	39,81	39,81	0,38	1,50
PC9.5	ACI	638,11	CPV ARI	606,21	237,12	44,6	0,39	2,56	502,34	0,0019907	461,00	0,0022	0,82	0,76	0,11	0,12	0,22	0,24	0,32	1Q	0,91	42,18	42,18	0,41	1,27
PC9.5	ACI	638,11	CPV ARI	606,21	237,12	44,6	0,39	2,56	502,60	0,0019897	460,15	0,0022	0,82	0,76	0,11	0,12	0,21	0,24	0,32	1Q	0,90	42,04	42,04	0,41	1,28
PC9.5	ACI	638,11	CPV ARI	606,21	237,12	44,6	0,39	2,56	502,87	0,0019886	459,31	0,0022	0,82	0,76	0,10	0,12	0,21	0,24	0,32	1Q	0,90	41,90	41,90	0,41	1,28
PC9.5	ACI	638,11	CPV ARI	606,21	237,12	44,6	0,39	2,56	503,13	0,0019876	458,46	0,0022	0,82	0,76	0,10	0,13	0,21	0,24	0,32	1Q	0,89	41,76	41,76	0,41	1,29
PC9.5	ACI	654,49	CPV ARI	621,77	237,12	45,6	0,38	2,62	514,35	0,0019442	468,63	0,0021	0,86	0,81	0,08	0,09	0,24	0,26	0,35	1Q	0,93	42,83	42,83	0,42	1,21
PC9.5	ACI	654,49	CPV ARI	621,77	237,12	45,6	0,38	2,62	514,62	0,0019432	467,78	0,0021	0,86	0,81	0,08	0,10	0,24	0,26	0,35	1Q	0,92	42,71	42,71	0,42	1,21
PC9.5	ACI	654,49	CPV ARI	621,77	237,12	45,6	0,38	2,62	514,88	0,0019422	466,93	0,0021	0,86	0,81	0,08	0,10	0,24	0,26	0,35	1Q	0,92	42,59	42,59	0,43	1,22
PC9.5	ACI	654,49	CPV ARI	621,77	237,12	45,6	0,38	2,62	515,14	0,0019412	466,08	0,0021	0,86	0,81	0,08	0,10	0,24	0,26	0,35	1Q	0,92	42,46	42,46	0,43	1,22
PC9.5	ACI	671,29	CPV ARI	637,72	237,12	46,6	0,37	2,69	526,67	0,0018987	476,44	0,0021	0,89	0,85	0,06	0,07	0,26	0,28	0,38	1Q	0,95	43,43	43,43	0,44	1,16

PC9.5	ACI	671,29	CPV ARI	637,72	237,12	46,6	0,37	2,69	526,93	0,0018978	475,60	0,0021	0,89	0,85	0,06	0,07	0,26	0,28	0,38	1Q	0,94	43,33	43,33	0,44	1,16
PC9.5	ACI	671,29	CPV ARI	637,72	237,12	46,6	0,37	2,69	527,20	0,0018968	474,75	0,0021	0,89	0,85	0,06	0,07	0,26	0,28	0,38	1Q	0,94	43,22	43,22	0,44	1,17
PC9.5	ACI	671,29	CPV ARI	637,72	237,12	46,6	0,37	2,69	527,46	0,0018959	473,90	0,0021	0,89	0,85	0,06	0,08	0,26	0,28	0,38	1Q	0,94	43,11	43,11	0,44	1,17
PC9.5	ACI	688,52	CPV ARI	654,09	237,12	47,6	0,36	2,76	539,30	0,0018543	484,46	0,0021	0,93	0,90	0,04	0,05	0,29	0,30	0,41	1Q	0,97	44,00	44,00	0,46	1,12
PC9.5	ACI	688,52	CPV ARI	654,09	237,12	47,6	0,36	2,76	539,57	0,0018533	483,62	0,0021	0,93	0,90	0,04	0,05	0,28	0,30	0,41	1Q	0,96	43,90	43,90	0,46	1,12
PC9.5	ACI	688,52	CPV ARI	654,09	237,12	47,6	0,36	2,76	539,83	0,0018524	482,77	0,0021	0,93	0,90	0,04	0,05	0,28	0,30	0,41	1Q	0,96	43,80	43,80	0,46	1,13
PC9.5	ACI	688,52	CPV ARI	654,09	237,12	47,6	0,36	2,76	540,10	0,0018515	481,92	0,0021	0,93	0,90	0,04	0,05	0,28	0,30	0,41	1Q	0,96	43,71	43,71	0,46	1,13
PC9.5	ACI	706,19	CPV ARI	670,88	237,12	48,6	0,35	2,83	552,26	0,0018107	492,69	0,0020	0,96	0,95	0,02	0,02	0,31	0,31	0,44	1Q	0,98	44,53	44,53	0,48	1,09
PC9.5	ACI	706,19	CPV ARI	670,88	237,12	48,6	0,35	2,83	552,52	0,0018099	491,84	0,0020	0,96	0,95	0,02	0,03	0,31	0,31	0,44	1Q	0,98	44,44	44,44	0,48	1,09
PC9.5	ACI	706,19	CPV ARI	670,88	237,12	48,6	0,35	2,83	552,79	0,001809	490,99	0,0020	0,96	0,95	0,02	0,03	0,31	0,31	0,44	1Q	0,98	44,36	44,36	0,48	1,09
PC9.5	ACI	706,19	CPV ARI	670,88	237,12	48,6	0,35	2,83	553,05	0,0018082	490,15	0,0020	0,96	0,95	0,02	0,03	0,31	0,31	0,44	1Q	0,97	44,27	44,27	0,48	1,10
PC9.5	ACI	724,31	CPV ARI	688,10	237,12	49,6	0,34	2,90	565,55	0,0017682	501,13	0,0020	1,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,47	1Q	1,00	45,03	45,03	0,50	1,06
PC9.5	ACI	724,31	CPV ARI	688,10	237,12	49,6	0,34	2,90	565,81	0,0017674	500,28	0,0020	1,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,47	1Q	1,00	44,96	44,96	0,50	1,07
PC9.5	ACI	724,31	CPV ARI	688,10	237,12	49,6	0,34	2,90	566,08	0,0017665	499,43	0,0020	1,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,47	1Q	1,00	44,88	44,88	0,50	1,07
PC9.5	ACI	724,31	CPV ARI	688,10	237,12	49,6	0,34	2,90	566,34	0,0017657	498,58	0,0020	1,00	1,00	0,00	0,01	0,33	0,33	0,47	1Q	0,99	44,80	44,80	0,50	1,07
PC12.5	ACI	340,08	CPV ARI	323,08	224,64	21,9	0,70	1,44	283,37	0,003529	299,41	0,0033	0,00	0,00	0,83	0,91	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,10	47,62	227,62	0,38	0,92
PC12.5	ACI	340,08	CPV ARI	323,08	224,64	21,9	0,70	1,44	283,63	0,0035257	299,56	0,0033	0,00	0,00	0,83	0,91	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,10	47,64	227,64	0,38	0,92
PC12.5	ACI	340,08	CPV ARI	323,08	224,64	21,9	0,70	1,44	283,89	0,0035225	299,71	0,0033	0,00	0,00	0,83	0,91	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,10	47,65	227,65	0,37	0,92
PC12.5	ACI	340,08	CPV ARI	323,08	224,64	21,9	0,70	1,44	284,16	0,0035191	299,86	0,0033	0,00	0,00	0,82	0,90	-0,30	-0,27	0,41	3Q	1,10	47,67	227,67	0,37	0,91
PC12.5	ACI	348,81	CPV ARI	331,37	224,64	22,9	0,68	1,48	289,77	0,003451	303,47	0,0033	0,04	0,03	0,79	0,88	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,13	48,44	228,44	0,37	0,98
PC12.5	ACI	348,81	CPV ARI	331,37	224,64	22,9	0,68	1,48	290,03	0,0034479	303,62	0,0033	0,04	0,03	0,79	0,88	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,13	48,46	228,46	0,37	0,98
PC12.5	ACI	348,81	CPV ARI	331,37	224,64	22,9	0,68	1,48	290,29	0,0034448	303,77	0,0033	0,04	0,03	0,79	0,88	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,13	48,48	228,48	0,37	0,98
PC12.5	ACI	348,81	CPV ARI	331,37	224,64	22,9	0,68	1,48	290,56	0,0034416	303,92	0,0033	0,04	0,03	0,79	0,87	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,13	48,50	228,50	0,37	0,98
PC12.5	ACI	357,76	CPV ARI	339,87	224,64	23,9	0,66	1,51	296,33	0,0033746	307,64	0,0033	0,07	0,05	0,76	0,85	-0,27	-0,23	0,35	3Q	1,16	49,35	229,35	0,37	1,06
PC12.5	ACI	357,76	CPV ARI	339,87	224,64	23,9	0,66	1,51	296,59	0,0033717	307,79	0,0032	0,07	0,05	0,75	0,85	-0,27	-0,23	0,35	3Q	1,17	49,37	229,37	0,37	1,06
PC12.5	ACI	357,76	CPV ARI	339,87	224,64	23,9	0,66	1,51	296,86	0,0033686	307,94	0,0032	0,07	0,05	0,75	0,85	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,17	49,39	229,39	0,37	1,06
PC12.5	ACI	357,76	CPV ARI	339,87	224,64	23,9	0,66	1,51	297,12	0,0033656	308,09	0,0032	0,07	0,05	0,75	0,84	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,17	49,41	229,41	0,37	1,06
PC12.5	ACI	366,94	CPV ARI	348,60	224,64	24,9	0,64	1,55	303,06	0,0032997	311,92	0,0032	0,11	0,08	0,72	0,82	-0,25	-0,20	0,32	3Q	1,21	50,38	230,38	0,37	1,16
PC12.5	ACI	366,94	CPV ARI	348,60	224,64	24,9	0,64	1,55	303,32	0,0032968	312,06	0,0032	0,11	0,08	0,72	0,82	-0,25	-0,20	0,32	3Q	1,21	50,40	230,40	0,37	1,16
PC12.5	ACI	366,94	CPV ARI	348,60	224,64	24,9	0,64	1,55	303,59	0,0032939	312,21	0,0032	0,11	0,08	0,72	0,82	-0,25	-0,20	0,32	3Q	1,21	50,43	230,43	0,37	1,16
PC12.5	ACI	366,94	CPV ARI	348,60	224,64	24,9	0,64	1,55	303,85	0,0032911	312,36	0,0032	0,11	0,08	0,72	0,81	-0,25	-0,20	0,32	3Q	1,21	50,45	230,45	0,37	1,16
PC12.5	ACI	376,36	CPV ARI	357,54	224,64	25,9	0,63	1,59	309,97	0,0032261	316,30	0,0032	0,14	0,10	0,69	0,79	-0,23	-0,18	0,29	3Q	1,26	51,56	231,56	0,37	1,28
PC12.5	ACI	376,36	CPV ARI	357,54	224,64	25,9	0,63	1,59	310,23	0,0032234	316,45	0,0032	0,14	0,10	0,69	0,79	-0,23	-0,18	0,29	3Q	1,26	51,58	231,58	0,37	1,27
PC12.5	ACI	376,36	CPV ARI	357,54	224,64	25,9	0,63	1,59	310,50	0,0032206	316,60	0,0032	0,14	0,10	0,68	0,79	-0,23	-0,18	0,29	3Q	1,26	51,61	231,61	0,37	1,27
PC12.5	ACI	376,36	CPV ARI	357,54	224,64	25,9	0,63	1,59	310,76	0,0032179	316,75	0,0032	0,14	0,10	0,68	0,78	-0,23	-0,18	0,29	3Q	1,26	51,64	231,64	0,37	1,27
PC12.5	ACI	386,02	CPV ARI	366,72	224,64	26,9	0,61	1,63	317,05	0,0031541	320,79	0,0031	0,18	0,13	0,65	0,76	-0,21	-0,16	0,26	3Q	1,32	52,94	232,94	0,37	1,42
PC12.5	ACI	386,02	CPV ARI	366,72	224,64	26,9	0,61	1,63	317,31	0,0031515	320,94	0,0031	0,18	0,13	0,65	0,76	-0,21	-0,16	0,26	3Q	1,33	52,97	232,97	0,37	1,42
PC12.5	ACI	386,02	CPV ARI	366,72	224,64	26,9	0,61	1,63	317,58	0,0031488	321,09	0,0031	0,18	0,13	0,65	0,76	-0,21	-0,16	0,26	3Q	1,33	53,00	233,00	0,37	1,42
PC12.5	ACI	386,02	CPV ARI	366,72	224,64	26,9	0,61	1,63	317,84	0,0031462	321,24	0,0031	0,18	0,13	0,65	0,75	-0,21	-0,16	0,26	3Q	1,33	53,02	233,02	0,37	1,42
PC12.5	ACI	410,23	CPV ARI	389,72	224,64	29,3	0,58	1,73	334,80	0,0029869	332,06	0,0030	0,27	0,20	0,57	0,69	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,58	57,61	237,61	0,37	1,96
PC12.5	ACI	410,23	CPV ARI	389,72	224,64	29,3	0,58	1,73	335,07	0,0029845	332,21	0,0030	0,27	0,20	0,57	0,69	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,58	57,66	237,66	0,37	1,96
PC12.5	ACI	410,23	CPV ARI	389,72	224,64	29,3	0,58	1,73	335,33	0,0029821	332,36	0,0030	0,27	0,20	0,57	0,68	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,58	57,70	237,70	0,37	1,96
PC12.5	ACI	410,23	CPV ARI	389,72	224,64	29,3	0,58	1,73	335,59	0,0029798	332,51	0,0030	0,27	0,20	0,57	0,68	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,58	57,74	237,74	0,37	1,96
PC12.5	ACI	420,76	CPV ARI	399,72	224,64	30,3	0,56	1,78	342,52	0,0029195	336,96	0,0030	0,30	0,23	0,54	0,66	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,77	60,56	240,56	0,38	2,32
PC12.5	ACI	420,76	CPV ARI	399,72	224,64	30,3	0,56	1,78	342,79	0,0029172	337,11	0,0030	0,30	0,23	0,54	0,66	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,78	60,62	240,62	0,38	2,32

PC12.5	ACI	420,76	CPV ARI	399,72	224,64	30,3	0,56	1,78	343,05	0,002915	337,26	0,0030	0,30	0,23	0,54	0,66	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,78	60,68	240,68	0,37	2,32
PC12.5	ACI	420,76	CPV ARI	399,72	224,64	30,3	0,56	1,78	343,32	0,0029127	337,41	0,0030	0,30	0,23	0,54	0,65	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,78	60,74	240,74	0,37	2,32
PC12.5	ACI	431,56	CPV ARI	409,98	224,64	31,3	0,55	1,83	350,44	0,0028536	341,99	0,0029	0,34	0,26	0,51	0,63	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,11	64,65	244,65	0,38	2,83
PC12.5	ACI	431,56	CPV ARI	409,98	224,64	31,3	0,55	1,83	350,71	0,0028514	342,14	0,0029	0,34	0,26	0,51	0,63	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,12	64,73	244,73	0,38	2,83
PC12.5	ACI	431,56	CPV ARI	409,98	224,64	31,3	0,55	1,83	350,97	0,0028492	342,29	0,0029	0,34	0,26	0,51	0,63	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,13	64,80	244,80	0,38	2,84
PC12.5	ACI	431,56	CPV ARI	409,98	224,64	31,3	0,55	1,83	351,23	0,0028471	342,44	0,0029	0,34	0,26	0,51	0,62	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,13	64,88	244,88	0,38	2,84
PC12.5	ACI	442,63	CPV ARI	420,50	224,64	32,3	0,53	1,87	358,56	0,0027889	347,14	0,0029	0,38	0,30	0,48	0,60	-0,10	-0,04	0,11	3Q	2,86	70,72	250,72	0,38	3,59
PC12.5	ACI	442,63	CPV ARI	420,50	224,64	32,3	0,53	1,87	358,82	0,0027869	347,29	0,0029	0,38	0,30	0,48	0,60	-0,10	-0,03	0,11	3Q	2,88	70,83	250,83	0,38	3,60
PC12.5	ACI	442,63	CPV ARI	420,50	224,64	32,3	0,53	1,87	359,09	0,0027848	347,44	0,0029	0,38	0,30	0,48	0,60	-0,10	-0,03	0,11	3Q	2,90	70,95	250,95	0,38	3,60
PC12.5	ACI	442,63	CPV ARI	420,50	224,64	32,3	0,53	1,87	359,35	0,0027828	347,59	0,0029	0,38	0,30	0,48	0,60	-0,10	-0,03	0,11	3Q	2,91	71,06	251,06	0,38	3,61
PC12.5	ACI	453,99	CPV ARI	431,29	224,64	33,3	0,52	1,92	366,89	0,0027256	352,43	0,0028	0,41	0,33	0,45	0,57	-0,08	-0,01	0,08	3Q	6,04	80,60	260,60	0,39	4,78
PC12.5	ACI	453,99	CPV ARI	431,29	224,64	33,3	0,52	1,92	367,15	0,0027237	352,58	0,0028	0,41	0,33	0,45	0,57	-0,08	-0,01	0,08	3Q	6,16	80,78	260,78	0,39	4,79
PC12.5	ACI	453,99	CPV ARI	431,29	224,64	33,3	0,52	1,92	367,42	0,0027217	352,73	0,0028	0,41	0,33	0,45	0,57	-0,08	-0,01	0,08	3Q	6,29	80,97	260,97	0,39	4,80
PC12.5	ACI	453,99	CPV ARI	431,29	224,64	33,3	0,52	1,92	367,68	0,0027198	352,88	0,0028	0,41	0,33	0,45	0,57	-0,08	-0,01	0,08	3Q	6,42	81,15	261,15	0,39	4,81
PC12.5	ACI	465,65	CPV ARI	442,36	224,64	34,3	0,51	1,97	375,44	0,0026635	357,86	0,0028	0,45	0,36	0,42	0,54	-0,06	0,01	0,06	4Q	-6,92	81,78	278,22	0,39	6,58
PC12.5	ACI	465,65	CPV ARI	442,36	224,64	34,3	0,51	1,97	375,70	0,0026617	358,01	0,0028	0,45	0,36	0,42	0,54	-0,06	0,01	0,06	4Q	-6,66	81,47	278,53	0,39	6,60
PC12.5	ACI	465,65	CPV ARI	442,36	224,64	34,3	0,51	1,97	375,97	0,0026598	358,16	0,0028	0,45	0,36	0,42	0,54	-0,06	0,01	0,06	4Q	-6,42	81,14	278,86	0,39	6,61
PC12.5	ACI	465,65	CPV ARI	442,36	224,64	34,3	0,51	1,97	376,23	0,0026579	358,31	0,0028	0,45	0,36	0,42	0,54	-0,06	0,01	0,06	4Q	-6,19	80,83	279,17	0,39	6,62
PC12.5	ACI	477,60	CPV ARI	453,72	224,64	35,3	0,50	2,02	384,20	0,0026028	363,42	0,0028	0,48	0,40	0,39	0,51	-0,04	0,03	0,05	4Q	-1,26	51,54	308,46	0,40	8,24
PC12.5	ACI	477,60	CPV ARI	453,72	224,64	35,3	0,50	2,02	384,47	0,002601	363,57	0,0028	0,48	0,40	0,39	0,51	-0,04	0,03	0,05	4Q	-1,24	51,08	308,92	0,40	8,23
PC12.5	ACI	477,60	CPV ARI	453,72	224,64	35,3	0,50	2,02	384,73	0,0025992	363,72	0,0027	0,48	0,40	0,39	0,51	-0,04	0,03	0,05	4Q	-1,22	50,64	309,36	0,40	8,22
PC12.5	ACI	477,60	CPV ARI	453,72	224,64	35,3	0,50	2,02	384,99	0,0025975	363,87	0,0027	0,48	0,40	0,39	0,51	-0,04	0,03	0,05	4Q	-1,20	50,20	309,80	0,40	8,21
PC12.5	ACI	489,85	CPV ARI	465,36	224,64	36,3	0,48	2,07	393,18	0,0025434	369,12	0,0027	0,52	0,43	0,37	0,48	-0,02	0,05	0,05	4Q	-0,32	17,77	342,23	0,41	7,50
PC12.5	ACI	489,85	CPV ARI	465,36	224,64	36,3	0,48	2,07	393,45	0,0025416	369,27	0,0027	0,52	0,43	0,36	0,48	-0,02	0,05	0,05	4Q	-0,31	17,43	342,57	0,40	7,46
PC12.5	ACI	489,85	CPV ARI	465,36	224,64	36,3	0,48	2,07	393,71	0,0025399	369,42	0,0027	0,52	0,43	0,36	0,48	-0,02	0,05	0,05	4Q	-0,31	17,10	342,90	0,40	7,42
PC12.5	ACI	489,85	CPV ARI	465,36	224,64	36,3	0,48	2,07	393,98	0,0025382	369,57	0,0027	0,52	0,43	0,36	0,48	-0,02	0,05	0,05	4Q	-0,30	16,77	343,23	0,40	7,39
PC12.5	ACI	502,43	CPV ARI	477,31	224,64	37,3	0,47	2,12	402,41	0,002485	374,98	0,0027	0,56	0,47	0,34	0,45	0,01	0,07	0,07	1Q	0,07	4,06	4,06	0,41	5,67
PC12.5	ACI	502,43	CPV ARI	477,31	224,64	37,3	0,47	2,12	402,67	0,0024834	375,13	0,0027	0,56	0,47	0,34	0,45	0,01	0,07	0,07	1Q	0,07	4,23	4,23	0,41	5,64
PC12.5	ACI	502,43	CPV ARI	477,31	224,64	37,3	0,47	2,12	402,94	0,0024818	375,28	0,0027	0,56	0,47	0,34	0,45	0,01	0,07	0,07	1Q	0,08	4,40	4,40	0,41	5,61
PC12.5	ACI	502,43	CPV ARI	477,31	224,64	37,3	0,47	2,12	403,20	0,0024802	375,43	0,0027	0,56	0,47	0,34	0,45	0,01	0,07	0,07	1Q	0,08	4,58	4,58	0,41	5,58
PC12.5	ACI	515,32	CPV ARI	489,56	224,64	38,3	0,46	2,18	411,86	0,002428	380,98	0,0026	0,59	0,51	0,31	0,43	0,03	0,09	0,10	1Q	0,29	16,12	16,12	0,42	4,32
PC12.5	ACI	515,32	CPV ARI	489,56	224,64	38,3	0,46	2,18	412,12	0,0024265	381,13	0,0026	0,59	0,51	0,31	0,42	0,03	0,09	0,10	1Q	0,29	16,21	16,21	0,42	4,30
PC12.5	ACI	515,32	CPV ARI	489,56	224,64	38,3	0,46	2,18	412,39	0,0024249	381,28	0,0026	0,59	0,51	0,31	0,42	0,03	0,09	0,10	1Q	0,29	16,30	16,30	0,42	4,28
PC12.5	ACI	515,32	CPV ARI	489,56	224,64	38,3	0,46	2,18	412,65	0,0024234	381,43	0,0026	0,59	0,51	0,31	0,42	0,03	0,09	0,10	1Q	0,29	16,39	16,39	0,42	4,26
PC12.5	ACI	528,55	CPV ARI	502,12	224,64	39,3	0,45	2,24	421,56	0,0023721	387,13	0,0026	0,63	0,54	0,29	0,40	0,05	0,11	0,12	1Q	0,43	23,27	23,27	0,43	3,45
PC12.5	ACI	528,55	CPV ARI	502,12	224,64	39,3	0,45	2,24	421,83	0,0023706	387,28	0,0026	0,63	0,54	0,28	0,40	0,05	0,11	0,12	1Q	0,43	23,32	23,32	0,43	3,44
PC12.5	ACI	528,55	CPV ARI	502,12	224,64	39,3	0,45	2,24	422,09	0,0023692	387,43	0,0026	0,63	0,54	0,28	0,40	0,05	0,11	0,13	1Q	0,43	23,37	23,37	0,43	3,43
PC12.5	ACI	528,55	CPV ARI	502,12	224,64	39,3	0,45	2,24	422,35	0,0023677	387,58	0,0026	0,63	0,54	0,28	0,39	0,05	0,12	0,13	1Q	0,43	23,43	23,43	0,43	3,41
PC12.5	ACI	542,11	CPV ARI	515,01	224,64	40,3	0,44	2,29	431,50	0,0023175	393,45	0,0025	0,66	0,58	0,26	0,37	0,07	0,13	0,15	1Q	0,53	27,94	27,94	0,44	2,88
PC12.5	ACI	542,11	CPV ARI	515,01	224,64	40,3	0,44	2,29	431,77	0,002316	393,60	0,0025	0,66	0,58	0,26	0,37	0,07	0,14	0,15	1Q	0,53	27,97	27,97	0,44	2,87
PC12.5	ACI	542,11	CPV ARI	515,01	224,64	40,3	0,44	2,29	432,03	0,0023147	393,75	0,0025	0,66	0,58	0,26	0,37	0,07	0,14	0,15	1Q	0,53	28,01	28,01	0,44	2,86
PC12.5	ACI	542,11	CPV ARI	515,01	224,64	40,3	0,44	2,29	432,30	0,0023132	393,90	0,0025	0,66	0,58	0,26	0,37	0,07	0,14	0,15	1Q	0,53	28,04	28,04	0,44	2,85
PC12.5	ACI	556,03	CPV ARI	528,23	224,64	41,3	0,43	2,35	441,71	0,0022639	399,92	0,0025	0,70	0,62	0,23	0,34	0,09	0,16	0,18	1Q	0,61	31,24	31,24	0,45	2,48
PC12.5	ACI	556,03	CPV ARI	528,23	224,64	41,3	0,43	2,35	441,98	0,0022625	400,07	0,0025	0,70	0,62	0,23	0,34	0,09	0,16	0,18	1Q	0,61	31,26	31,26	0,45	2,47
PC12.5	ACI	556,03	CPV ARI	528,23	224,64	41,3	0,43	2,35	442,24	0,0022612	400,22	0,0025	0,70	0,62	0,23	0,34	0,09	0,16	0,18	1Q	0,61	31,28	31,28	0,45	2,47

PC12.5	ACI	556,03	CPV ARI	528,23	224,64	41,3	0,43	2,35	442,50	0,0022599	400,37	0,0025	0,70	0,62	0,23	0,34	0,09	0,16	0,18	1Q	0,61	31,30	31,30	0,45	2,46
PC12.5	ACI	570,30	CPV ARI	541,78	224,64	42,3	0,41	2,41	452,17	0,0022116	406,57	0,0025	0,74	0,67	0,21	0,31	0,12	0,18	0,21	1Q	0,67	33,71	33,71	0,46	2,19
PC12.5	ACI	570,30	CPV ARI	541,78	224,64	42,3	0,41	2,41	452,44	0,0022102	406,72	0,0025	0,74	0,67	0,21	0,31	0,12	0,18	0,21	1Q	0,67	33,73	33,73	0,46	2,19
PC12.5	ACI	570,30	CPV ARI	541,78	224,64	42,3	0,41	2,41	452,70	0,002209	406,87	0,0025	0,74	0,67	0,21	0,31	0,12	0,18	0,21	1Q	0,67	33,75	33,75	0,46	2,18
PC12.5	ACI	570,30	CPV ARI	541,78	224,64	42,3	0,41	2,41	452,97	0,0022077	407,02	0,0025	0,74	0,67	0,21	0,31	0,12	0,18	0,21	1Q	0,67	33,76	33,76	0,46	2,18
PC12.5	ACI	604,53	CPV ARI	574,30	224,64	44,6	0,39	2,56	477,27	0,0020953	422,50	0,0024	0,82	0,76	0,15	0,25	0,17	0,22	0,28	1Q	0,77	37,67	37,67	0,49	1,77
PC12.5	ACI	604,53	CPV ARI	574,30	224,64	44,6	0,39	2,56	477,54	0,0020941	422,65	0,0024	0,82	0,76	0,15	0,25	0,17	0,22	0,28	1Q	0,77	37,68	37,68	0,49	1,76
PC12.5	ACI	604,53	CPV ARI	574,30	224,64	44,6	0,39	2,56	477,80	0,0020929	422,80	0,0024	0,82	0,76	0,15	0,25	0,17	0,22	0,28	1Q	0,77	37,69	37,69	0,49	1,76
PC12.5	ACI	604,53	CPV ARI	574,30	224,64	44,6	0,39	2,56	478,60	0,0020894	422,95	0,0024	0,82	0,76	0,15	0,25	0,17	0,22	0,28	1Q	0,77	37,65	37,65	0,49	1,75
PC12.5	ACI	620,04	CPV ARI	589,04	224,64	45,6	0,38	2,62	488,65	0,0020465	429,72	0,0023	0,86	0,81	0,13	0,22	0,19	0,24	0,31	1Q	0,81	38,95	38,95	0,51	1,64
PC12.5	ACI	620,04	CPV ARI	589,04	224,64	45,6	0,38	2,62	488,91	0,0020454	429,87	0,0023	0,86	0,81	0,13	0,22	0,20	0,24	0,31	1Q	0,81	38,95	38,95	0,51	1,64
PC12.5	ACI	620,04	CPV ARI	589,04	224,64	45,6	0,38	2,62	489,17	0,0020443	430,02	0,0023	0,86	0,81	0,13	0,22	0,20	0,24	0,31	1Q	0,81	38,96	38,96	0,51	1,64
PC12.5	ACI	620,04	CPV ARI	589,04	224,64	45,6	0,38	2,62	489,44	0,0020432	430,17	0,0023	0,86	0,81	0,13	0,22	0,20	0,24	0,31	1Q	0,81	38,96	38,96	0,51	1,64
PC12.5	ACI	635,96	CPV ARI	604,16	224,64	46,6	0,37	2,69	500,32	0,0019987	437,13	0,0023	0,89	0,85	0,11	0,20	0,22	0,26	0,34	1Q	0,84	40,05	40,05	0,53	1,55
PC12.5	ACI	635,96	CPV ARI	604,16	224,64	46,6	0,37	2,69	500,58	0,0019977	437,28	0,0023	0,89	0,85	0,11	0,20	0,22	0,26	0,34	1Q	0,84	40,05	40,05	0,53	1,54
PC12.5	ACI	635,96	CPV ARI	604,16	224,64	46,6	0,37	2,69	500,85	0,0019966	437,43	0,0023	0,89	0,85	0,11	0,20	0,22	0,26	0,34	1Q	0,84	40,06	40,06	0,53	1,54
PC12.5	ACI	635,96	CPV ARI	604,16	224,64	46,6	0,37	2,69	501,11	0,0019956	437,58	0,0023	0,89	0,85	0,11	0,20	0,22	0,26	0,34	1Q	0,84	40,06	40,06	0,53	1,54
PC12.5	ACI	652,28	CPV ARI	619,67	224,64	47,6	0,36	2,76	512,29	0,001952	444,72	0,0022	0,93	0,90	0,09	0,17	0,24	0,28	0,37	1Q	0,87	41,02	41,02	0,54	1,47
PC12.5	ACI	652,28	CPV ARI	619,67	224,64	47,6	0,36	2,76	512,55	0,001951	444,87	0,0022	0,93	0,90	0,09	0,17	0,24	0,28	0,37	1Q	0,87	41,03	41,03	0,54	1,47
PC12.5	ACI	652,28	CPV ARI	619,67	224,64	47,6	0,36	2,76	512,81	0,00195	445,02	0,0022	0,93	0,90	0,09	0,17	0,24	0,28	0,37	1Q	0,87	41,03	41,03	0,54	1,46
PC12.5	ACI	652,28	CPV ARI	619,67	224,64	47,6	0,36	2,76	513,08	0,001949	445,17	0,0022	0,93	0,90	0,09	0,17	0,24	0,28	0,37	1Q	0,87	41,04	41,04	0,54	1,46
PC12.5	ACI	669,02	CPV ARI	635,57	224,64	48,6	0,35	2,83	524,56	0,0019064	452,52	0,0022	0,96	0,95	0,07	0,14	0,27	0,30	0,40	1Q	0,90	41,90	41,90	0,56	1,40
PC12.5	ACI	669,02	CPV ARI	635,57	224,64	48,6	0,35	2,83	524,83	0,0019054	452,67	0,0022	0,96	0,95	0,07	0,14	0,27	0,30	0,40	1Q	0,90	41,90	41,90	0,56	1,40
PC12.5	ACI	669,02	CPV ARI	635,57	224,64	48,6	0,35	2,83	525,09	0,0019044	452,82	0,0022	0,96	0,95	0,07	0,14	0,27	0,30	0,40	1Q	0,90	41,91	41,91	0,56	1,40
PC12.5	ACI	669,02	CPV ARI	635,57	224,64	48,6	0,35	2,83	525,35	0,0019035	452,97	0,0022	0,96	0,95	0,06	0,14	0,27	0,30	0,40	1Q	0,90	41,91	41,91	0,56	1,40
PC12.5	ACI	686,19	CPV ARI	651,88	224,64	49,6	0,34	2,90	537,15	0,0018617	460,51	0,0022	1,00	1,00	0,05	0,12	0,29	0,32	0,43	1Q	0,92	42,70	42,70	0,58	1,35
PC12.5	ACI	686,19	CPV ARI	651,88	224,64	49,6	0,34	2,90	537,42	0,0018607	460,66	0,0022	1,00	1,00	0,04	0,12	0,29	0,32	0,43	1Q	0,92	42,70	42,70	0,58	1,35
PC12.5	ACI	686,19	CPV ARI	651,88	224,64	49,6	0,34	2,90	537,68	0,0018598	460,81	0,0022	1,00	1,00	0,04	0,12	0,29	0,32	0,43	1Q	0,92	42,70	42,70	0,58	1,35
PC12.5	ACI	686,19	CPV ARI	651,88	224,64	49,6	0,34	2,90	537,94	0,0018589	460,96	0,0022	1,00	1,00	0,04	0,12	0,29	0,32	0,43	1Q	0,92	42,71	42,71	0,58	1,34
PC19	ACI	322,76	CPV ARI	306,62	213,20	21,9	0,70	1,44	270,56	0,003696	293,83	0,0034	0,00	0,00	0,91	0,95	-0,32	-0,30	0,44	3Q	1,05	46,35	226,35	0,43	0,98
PC19	ACI	322,76	CPV ARI	306,62	213,20	21,9	0,70	1,44	270,82	0,0036925	293,98	0,0034	0,00	0,00	0,91	0,95	-0,32	-0,30	0,44	3Q	1,05	46,37	226,37	0,43	0,98
PC19	ACI	322,76	CPV ARI	306,62	213,20	21,9	0,70	1,44	271,08	0,0036889	294,13	0,0034	0,00	0,00	0,90	0,95	-0,32	-0,30	0,44	3Q	1,05	46,38	226,38	0,43	0,98
PC19	ACI	322,76	CPV ARI	306,62	213,20	21,9	0,70	1,44	271,35	0,0036853	294,28	0,0034	0,00	0,00	0,90	0,95	-0,32	-0,30	0,44	3Q	1,05	46,40	226,40	0,43	0,98
PC19	ACI	331,05	CPV ARI	314,49	213,20	22,9	0,68	1,48	276,64	0,0036148	297,68	0,0034	0,04	0,03	0,87	0,92	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,08	47,09	227,09	0,43	1,05
PC19	ACI	331,05	CPV ARI	314,49	213,20	22,9	0,68	1,48	276,90	0,0036114	297,83	0,0034	0,04	0,03	0,87	0,92	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,08	47,11	227,11	0,43	1,05
PC19	ACI	331,05	CPV ARI	314,49	213,20	22,9	0,68	1,48	277,16	0,003608	297,98	0,0034	0,04	0,03	0,87	0,92	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,08	47,12	227,12	0,43	1,05
PC19	ACI	331,05	CPV ARI	314,49	213,20	22,9	0,68	1,48	277,43	0,0036045	298,13	0,0034	0,04	0,03	0,86	0,92	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,08	47,15	227,15	0,42	1,05
PC19	ACI	339,54	CPV ARI	322,57	213,20	23,9	0,66	1,51	282,86	0,0035353	301,64	0,0033	0,07	0,05	0,83	0,89	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,11	47,89	227,89	0,43	1,13
PC19	ACI	339,54	CPV ARI	322,57	213,20	23,9	0,66	1,51	283,12	0,0035321	301,79	0,0033	0,07	0,05	0,83	0,89	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,11	47,91	227,91	0,42	1,13
PC19	ACI	339,54	CPV ARI	322,57	213,20	23,9	0,66	1,51	283,39	0,0035287	301,94	0,0033	0,07	0,05	0,83	0,89	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,11	47,94	227,94	0,42	1,13
PC19	ACI	339,54	CPV ARI	322,57	213,20	23,9	0,66	1,51	283,65	0,0035255	302,09	0,0033	0,07	0,05	0,83	0,89	-0,28	-0,25	0,38	3Q	1,11	47,96	227,96	0,42	1,12
PC19	ACI	348,26	CPV ARI	330,84	213,20	24,9	0,64	1,55	289,25	0,0034572	305,69	0,0033	0,11	0,08	0,80	0,86	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,14	48,79	228,79	0,42	1,22
PC19	ACI	348,26	CPV ARI	330,84	213,20	24,9	0,64	1,55	289,52	0,003454	305,84	0,0033	0,11	0,08	0,79	0,86	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,14	48,81	228,81	0,42	1,22
PC19	ACI	348,26	CPV ARI	330,84	213,20	24,9	0,64	1,55	289,78	0,0034509	305,99	0,0033	0,11	0,08	0,79	0,86	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,14	48,83	228,83	0,42	1,22
PC19	ACI	348,26	CPV ARI	330,84	213,20	24,9	0,64	1,55	290,05	0,0034477	306,14	0,0033	0,11	0,08	0,79	0,86	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,14	48,86	228,86	0,42	1,22

PC19	ACI	357,20	CPV ARI	339,34	213,20	25,9	0,63	1,59	295,81	0,0033805	309,86	0,0032	0,14	0,10	0,76	0,83	-0,24	-0,20	0,32	3Q	1,18	49,80	229,80	0,42	1,33
PC19	ACI	357,20	CPV ARI	339,34	213,20	25,9	0,63	1,59	296,07	0,0033776	310,01	0,0032	0,14	0,10	0,76	0,83	-0,24	-0,20	0,32	3Q	1,18	49,82	229,82	0,42	1,33
PC19	ACI	357,20	CPV ARI	339,34	213,20	25,9	0,63	1,59	296,34	0,0033745	310,16	0,0032	0,14	0,10	0,76	0,83	-0,24	-0,20	0,32	3Q	1,19	49,85	229,85	0,42	1,33
PC19	ACI	357,20	CPV ARI	339,34	213,20	25,9	0,63	1,59	296,60	0,0033715	310,30	0,0032	0,14	0,10	0,75	0,83	-0,24	-0,20	0,32	3Q	1,19	49,87	229,87	0,42	1,33
PC19	ACI	366,36	CPV ARI	348,04	213,20	26,9	0,61	1,63	302,53	0,0033055	314,12	0,0032	0,18	0,13	0,72	0,80	-0,22	-0,18	0,29	3Q	1,23	50,96	230,96	0,42	1,47
PC19	ACI	366,36	CPV ARI	348,04	213,20	26,9	0,61	1,63	302,79	0,0033026	314,27	0,0032	0,18	0,13	0,72	0,80	-0,22	-0,18	0,29	3Q	1,23	50,98	230,98	0,42	1,47
PC19	ACI	366,36	CPV ARI	348,04	213,20	26,9	0,61	1,63	303,05	0,0032998	314,42	0,0032	0,18	0,13	0,72	0,80	-0,22	-0,18	0,29	3Q	1,24	51,01	231,01	0,42	1,47
PC19	ACI	366,36	CPV ARI	348,04	213,20	26,9	0,61	1,63	303,32	0,0032968	314,57	0,0032	0,18	0,13	0,72	0,80	-0,22	-0,18	0,29	3Q	1,24	51,04	231,04	0,42	1,47
PC19	ACI	389,34	CPV ARI	369,87	213,20	29,3	0,58	1,73	319,38	0,0031311	324,82	0,0031	0,27	0,20	0,64	0,73	-0,18	-0,12	0,22	3Q	1,41	54,70	234,70	0,42	1,97
PC19	ACI	389,34	CPV ARI	369,87	213,20	29,3	0,58	1,73	319,64	0,0031285	324,97	0,0031	0,27	0,20	0,64	0,73	-0,18	-0,12	0,22	3Q	1,41	54,74	234,74	0,42	1,97
PC19	ACI	389,34	CPV ARI	369,87	213,20	29,3	0,58	1,73	319,90	0,003126	325,12	0,0031	0,27	0,20	0,64	0,73	-0,18	-0,12	0,22	3Q	1,42	54,77	234,77	0,42	1,96
PC19	ACI	389,34	CPV ARI	369,87	213,20	29,3	0,58	1,73	320,17	0,0031233	325,27	0,0031	0,27	0,20	0,64	0,73	-0,18	-0,12	0,21	3Q	1,42	54,81	234,81	0,42	1,96
PC19	ACI	399,33	CPV ARI	379,36	213,20	30,3	0,56	1,78	326,70	0,0030609	329,47	0,0030	0,30	0,23	0,61	0,70	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,54	56,93	236,93	0,43	2,29
PC19	ACI	399,33	CPV ARI	379,36	213,20	30,3	0,56	1,78	326,97	0,0030584	329,62	0,0030	0,30	0,23	0,61	0,70	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,54	56,98	236,98	0,43	2,29
PC19	ACI	399,33	CPV ARI	379,36	213,20	30,3	0,56	1,78	327,23	0,003056	329,77	0,0030	0,30	0,23	0,61	0,70	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,54	57,03	237,03	0,42	2,29
PC19	ACI	399,33	CPV ARI	379,36	213,20	30,3	0,56	1,78	327,49	0,0030535	329,92	0,0030	0,30	0,23	0,61	0,70	-0,16	-0,10	0,19	3Q	1,54	57,07	237,07	0,42	2,29
PC19	ACI	409,58	CPV ARI	389,10	213,20	31,3	0,55	1,83	334,22	0,002992	334,24	0,0030	0,34	0,26	0,58	0,67	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,72	59,89	239,89	0,43	2,72
PC19	ACI	409,58	CPV ARI	389,10	213,20	31,3	0,55	1,83	334,48	0,0029897	334,39	0,0030	0,34	0,26	0,58	0,67	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,73	59,95	239,95	0,43	2,73
PC19	ACI	409,58	CPV ARI	389,10	213,20	31,3	0,55	1,83	334,75	0,0029873	334,54	0,0030	0,34	0,26	0,57	0,67	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,73	60,01	240,01	0,43	2,73
PC19	ACI	409,58	CPV ARI	389,10	213,20	31,3	0,55	1,83	335,00	0,0029851	334,69	0,0030	0,34	0,26	0,57	0,67	-0,14	-0,08	0,16	3Q	1,74	60,07	240,07	0,43	2,73
PC19	ACI	420,09	CPV ARI	399,09	213,20	32,3	0,53	1,87	341,92	0,0029247	339,13	0,0029	0,38	0,30	0,54	0,64	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,05	64,03	244,03	0,43	3,36
PC19	ACI	420,09	CPV ARI	399,09	213,20	32,3	0,53	1,87	342,19	0,0029224	339,28	0,0029	0,38	0,30	0,54	0,64	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,06	64,12	244,12	0,43	3,36
PC19	ACI	420,09	CPV ARI	399,09	213,20	32,3	0,53	1,87	342,45	0,0029201	339,43	0,0029	0,38	0,30	0,54	0,64	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,07	64,20	244,20	0,43	3,36
PC19	ACI	420,09	CPV ARI	399,09	213,20	32,3	0,53	1,87	342,72	0,0029178	339,58	0,0029	0,38	0,30	0,54	0,64	-0,12	-0,06	0,13	3Q	2,08	64,29	244,29	0,43	3,37
PC19	ACI	430,87	CPV ARI	409,33	213,20	33,3	0,52	1,92	349,83	0,0028585	344,15	0,0029	0,41	0,33	0,51	0,62	-0,10	-0,03	0,10	3Q	2,80	70,33	250,33	0,44	4,32
PC19	ACI	430,87	CPV ARI	409,33	213,20	33,3	0,52	1,92	350,09	0,0028564	344,30	0,0029	0,41	0,33	0,51	0,61	-0,10	-0,03	0,10	3Q	2,82	70,45	250,45	0,44	4,32
PC19	ACI	430,87	CPV ARI	409,33	213,20	33,3	0,52	1,92	350,36	0,0028542	344,45	0,0029	0,41	0,33	0,51	0,61	-0,09	-0,03	0,10	3Q	2,84	70,58	250,58	0,44	4,33
PC19	ACI	430,87	CPV ARI	409,33	213,20	33,3	0,52	1,92	350,62	0,0028521	344,60	0,0029	0,41	0,33	0,51	0,61	-0,09	-0,03	0,10	3Q	2,86	70,71	250,71	0,43	4,34
PC19	ACI	441,93	CPV ARI	419,84	213,20	34,3	0,51	1,97	357,94	0,0027938	349,30	0,0029	0,45	0,36	0,48	0,59	-0,07	-0,01	0,08	3Q	6,26	80,93	260,93	0,44	5,86
PC19	ACI	441,93	CPV ARI	419,84	213,20	34,3	0,51	1,97	358,20	0,0027917	349,45	0,0029	0,45	0,36	0,48	0,59	-0,07	-0,01	0,08	3Q	6,41	81,14	261,14	0,44	5,87
PC19	ACI	441,93	CPV ARI	419,84	213,20	34,3	0,51	1,97	358,47	0,0027896	349,60	0,0029	0,45	0,36	0,48	0,58	-0,07	-0,01	0,07	3Q	6,58	81,35	261,35	0,44	5,89
PC19	ACI	441,93	CPV ARI	419,84	213,20	34,3	0,51	1,97	358,73	0,0027876	349,75	0,0029	0,45	0,36	0,48	0,58	-0,07	-0,01	0,07	3Q	6,74	81,56	261,56	0,44	5,90
PC19	ACI	453,27	CPV ARI	430,61	213,20	35,3	0,50	2,02	366,25	0,0027304	354,58	0,0028	0,48	0,40	0,45	0,56	-0,05	0,01	0,05	4Q	-5,29	79,29	280,71	0,45	8,24
PC19	ACI	453,27	CPV ARI	430,61	213,20	35,3	0,50	2,02	366,52	0,0027284	354,73	0,0028	0,48	0,40	0,45	0,56	-0,05	0,01	0,05	4Q	-5,10	78,91	281,09	0,45	8,26
PC19	ACI	453,27	CPV ARI	430,61	213,20	35,3	0,50	2,02	366,78	0,0027264	354,88	0,0028	0,48	0,40	0,45	0,56	-0,05	0,01	0,05	4Q	-4,93	78,54	281,46	0,45	8,28
PC19	ACI	453,27	CPV ARI	430,61	213,20	35,3	0,50	2,02	367,05	0,0027244	355,02	0,0028	0,48	0,40	0,45	0,55	-0,05	0,01	0,05	4Q	-4,77	78,15	281,85	0,44	8,29
PC19	ACI	464,91	CPV ARI	441,66	213,20	36,3	0,48	2,07	374,79	0,0026682	359,99	0,0028	0,52	0,43	0,42	0,53	-0,03	0,03	0,05	4Q	-1,00	45,08	314,92	0,45	10,05
PC19	ACI	464,91	CPV ARI	441,66	213,20	36,3	0,48	2,07	375,05	0,0026663	360,14	0,0028	0,52	0,43	0,42	0,53	-0,03	0,03	0,05	4Q	-0,99	44,59	315,41	0,45	10,03
PC19	ACI	464,91	CPV ARI	441,66	213,20	36,3	0,48	2,07	375,32	0,0026644	360,29	0,0028	0,52	0,43	0,42	0,53	-0,03	0,03	0,05	4Q	-0,97	44,08	315,92	0,45	10,01
PC19	ACI	464,91	CPV ARI	441,66	213,20	36,3	0,48	2,07	375,58	0,0026625	360,44	0,0028	0,52	0,43	0,42	0,53	-0,03	0,03	0,05	4Q	-0,95	43,59	316,41	0,45	9,98
PC19	ACI	476,84	CPV ARI	453,00	213,20	37,3	0,47	2,12	383,54	0,0026073	365,54	0,0027	0,56	0,47	0,40	0,50	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,19	10,96	349,04	0,46	8,47
PC19	ACI	476,84	CPV ARI	453,00	213,20	37,3	0,47	2,12	383,80	0,0026055	365,69	0,0027	0,56	0,47	0,39	0,50	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,19	10,64	349,36	0,46	8,42
PC19	ACI	476,84	CPV ARI	453,00	213,20	37,3	0,47	2,12	384,06	0,0026038	365,84	0,0027	0,56	0,47	0,39	0,50	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,18	10,33	349,67	0,46	8,37
PC19	ACI	476,84	CPV ARI	453,00	213,20	37,3	0,47	2,12	384,33	0,0026019	365,99	0,0027	0,56	0,47	0,39	0,50	-0,01	0,05	0,06	4Q	-0,18	10,02	349,98	0,46	8,32
PC19	ACI	489,08	CPV ARI	464,63	213,20	38,3	0,46	2,18	392,51	0,0025477	371,24	0,0027	0,59	0,51	0,37	0,47	0,01	0,07	0,08	1Q	0,15	8,76	8,76	0,47	6,20

PC19	ACI	489,08	CPV ARI	464,63	213,20	38,3	0,46	2,18	392,78	0,002546	371,39	0,0027	0,59	0,51	0,37	0,47	0,01	0,08	0,08	1Q	0,16	8,91	8,91	0,47	6,16
PC19	ACI	489,08	CPV ARI	464,63	213,20	38,3	0,46	2,18	393,04	0,0025443	371,54	0,0027	0,59	0,51	0,37	0,47	0,01	0,08	0,08	1Q	0,16	9,06	9,06	0,47	6,13
PC19	ACI	489,08	CPV ARI	464,63	213,20	38,3	0,46	2,18	393,30	0,0025426	371,69	0,0027	0,59	0,51	0,37	0,47	0,01	0,08	0,08	1Q	0,16	9,21	9,21	0,47	6,10
PC19	ACI	501,63	CPV ARI	476,55	213,20	39,3	0,45	2,24	401,71	0,0024894	377,08	0,0027	0,63	0,54	0,34	0,44	0,03	0,10	0,10	1Q	0,35	19,33	19,33	0,48	4,70
PC19	ACI	501,63	CPV ARI	476,55	213,20	39,3	0,45	2,24	401,98	0,0024877	377,23	0,0027	0,63	0,54	0,34	0,44	0,03	0,10	0,10	1Q	0,35	19,40	19,40	0,48	4,68
PC19	ACI	501,63	CPV ARI	476,55	213,20	39,3	0,45	2,24	402,24	0,0024861	377,38	0,0026	0,63	0,54	0,34	0,44	0,03	0,10	0,10	1Q	0,35	19,48	19,48	0,48	4,66
PC19	ACI	501,63	CPV ARI	476,55	213,20	39,3	0,45	2,24	402,51	0,0024844	377,53	0,0026	0,63	0,54	0,34	0,44	0,03	0,10	0,10	1Q	0,36	19,56	19,56	0,48	4,64
PC19	ACI	514,51	CPV ARI	488,78	213,20	40,3	0,44	2,29	411,16	0,0024321	383,08	0,0026	0,66	0,58	0,31	0,42	0,06	0,12	0,13	1Q	0,48	25,61	25,61	0,49	3,76
PC19	ACI	514,51	CPV ARI	488,78	213,20	40,3	0,44	2,29	411,42	0,0024306	383,23	0,0026	0,66	0,58	0,31	0,41	0,06	0,12	0,13	1Q	0,48	25,65	25,65	0,49	3,75
PC19	ACI	514,51	CPV ARI	488,78	213,20	40,3	0,44	2,29	411,69	0,002429	383,38	0,0026	0,66	0,58	0,31	0,41	0,06	0,12	0,13	1Q	0,48	25,70	25,70	0,49	3,74
PC19	ACI	514,51	CPV ARI	488,78	213,20	40,3	0,44	2,29	411,95	0,0024275	383,53	0,0026	0,66	0,58	0,31	0,41	0,06	0,12	0,13	1Q	0,48	25,74	25,74	0,49	3,72
PC19	ACI	527,71	CPV ARI	501,33	213,20	41,3	0,43	2,35	420,84	0,0023762	389,22	0,0026	0,70	0,62	0,29	0,39	0,08	0,14	0,16	1Q	0,57	29,75	29,75	0,50	3,15
PC19	ACI	527,71	CPV ARI	501,33	213,20	41,3	0,43	2,35	421,10	0,0023747	389,37	0,0026	0,70	0,62	0,29	0,39	0,08	0,14	0,16	1Q	0,57	29,78	29,78	0,50	3,14
PC19	ACI	527,71	CPV ARI	501,33	213,20	41,3	0,43	2,35	421,36	0,0023733	389,52	0,0026	0,70	0,62	0,29	0,39	0,08	0,14	0,16	1Q	0,57	29,81	29,81	0,50	3,13
PC19	ACI	527,71	CPV ARI	501,33	213,20	41,3	0,43	2,35	421,63	0,0023717	389,67	0,0026	0,70	0,62	0,28	0,39	0,08	0,14	0,16	1Q	0,57	29,84	29,84	0,50	3,12
PC19	ACI	541,26	CPV ARI	514,19	213,20	42,3	0,41	2,41	430,77	0,0023214	395,53	0,0025	0,74	0,67	0,26	0,36	0,10	0,16	0,19	1Q	0,64	32,71	32,71	0,51	2,72
PC19	ACI	541,26	CPV ARI	514,19	213,20	42,3	0,41	2,41	431,04	0,00232	395,68	0,0025	0,74	0,67	0,26	0,36	0,10	0,16	0,19	1Q	0,64	32,73	32,73	0,51	2,71
PC19	ACI	541,26	CPV ARI	514,19	213,20	42,3	0,41	2,41	431,30	0,0023186	395,83	0,0025	0,74	0,67	0,26	0,36	0,10	0,16	0,19	1Q	0,64	32,74	32,74	0,51	2,70
PC19	ACI	541,26	CPV ARI	514,19	213,20	42,3	0,41	2,41	431,56	0,0023172	395,98	0,0025	0,74	0,67	0,26	0,36	0,10	0,16	0,19	1Q	0,64	32,76	32,76	0,51	2,69
PC19	ACI	573,74	CPV ARI	545,06	213,20	44,6	0,39	2,56	454,59	0,0021998	410,65	0,0024	0,82	0,76	0,20	0,30	0,16	0,21	0,26	1Q	0,76	37,19	37,19	0,54	2,11
PC19	ACI	573,74	CPV ARI	545,06	213,20	44,6	0,39	2,56	454,85	0,0021985	410,80	0,0024	0,82	0,76	0,20	0,30	0,16	0,21	0,26	1Q	0,76	37,20	37,20	0,54	2,10
PC19	ACI	573,74	CPV ARI	545,06	213,20	44,6	0,39	2,56	455,12	0,0021972	410,95	0,0024	0,82	0,76	0,20	0,30	0,16	0,21	0,26	1Q	0,76	37,21	37,21	0,54	2,10
PC19	ACI	573,74	CPV ARI	545,06	213,20	44,6	0,39	2,56	455,38	0,002196	411,10	0,0024	0,82	0,76	0,20	0,30	0,16	0,21	0,26	1Q	0,76	37,22	37,22	0,54	2,09
PC19	ACI	588,47	CPV ARI	559,04	213,20	45,6	0,38	2,62	465,39	0,0021487	417,50	0,0024	0,86	0,81	0,18	0,27	0,18	0,23	0,29	1Q	0,80	38,58	38,58	0,56	1,94
PC19	ACI	588,47	CPV ARI	559,04	213,20	45,6	0,38	2,62	465,65	0,0021475	417,65	0,0024	0,86	0,81	0,18	0,27	0,18	0,23	0,29	1Q	0,80	38,58	38,58	0,56	1,94
PC19	ACI	588,47	CPV ARI	559,04	213,20	45,6	0,38	2,62	465,92	0,0021463	417,80	0,0024	0,86	0,81	0,18	0,27	0,18	0,23	0,29	1Q	0,80	38,59	38,59	0,56	1,93
PC19	ACI	588,47	CPV ARI	559,04	213,20	45,6	0,38	2,62	466,18	0,0021451	417,95	0,0024	0,86	0,81	0,18	0,27	0,18	0,23	0,29	1Q	0,80	38,60	38,60	0,56	1,93
PC19	ACI	603,57	CPV ARI	573,39	213,20	46,6	0,37	2,69	476,46	0,0020988	424,53	0,0024	0,89	0,85	0,16	0,24	0,20	0,25	0,32	1Q	0,83	39,76	39,76	0,58	1,81
PC19	ACI	603,57	CPV ARI	573,39	213,20	46,6	0,37	2,69	476,73	0,0020976	424,68	0,0024	0,89	0,85	0,16	0,24	0,20	0,25	0,32	1Q	0,83	39,76	39,76	0,57	1,80
PC19	ACI	603,57	CPV ARI	573,39	213,20	46,6	0,37	2,69	476,99	0,0020965	424,83	0,0024	0,89	0,85	0,16	0,24	0,20	0,25	0,32	1Q	0,83	39,77	39,77	0,57	1,80
PC19	ACI	603,57	CPV ARI	573,39	213,20	46,6	0,37	2,69	477,25	0,0020953	424,98	0,0024	0,89	0,85	0,15	0,24	0,20	0,25	0,32	1Q	0,83	39,77	39,77	0,57	1,80
PC19	ACI	619,06	CPV ARI	588,11	213,20	47,6	0,36	2,76	487,82	0,0020499	431,74	0,0023	0,93	0,90	0,13	0,22	0,23	0,26	0,35	1Q	0,86	40,79	40,79	0,59	1,70
PC19	ACI	619,06	CPV ARI	588,11	213,20	47,6	0,36	2,76	488,08	0,0020488	431,89	0,0023	0,93	0,90	0,13	0,22	0,23	0,26	0,35	1Q	0,86	40,80	40,80	0,59	1,70
PC19	ACI	619,06	CPV ARI	588,11	213,20	47,6	0,36	2,76	488,35	0,0020477	432,04	0,0023	0,93	0,90	0,13	0,22	0,23	0,27	0,35	1Q	0,86	40,80	40,80	0,59	1,69
PC19	ACI	619,06	CPV ARI	588,11	213,20	47,6	0,36	2,76	488,61	0,0020466	432,19	0,0023	0,93	0,90	0,13	0,22	0,23	0,27	0,35	1Q	0,86	40,80	40,80	0,59	1,69
PC19	ACI	634,95	CPV ARI	603,20	213,20	48,6	0,35	2,83	499,47	0,0020021	439,14	0,0023	0,96	0,95	0,11	0,19	0,25	0,28	0,38	1Q	0,89	41,71	41,71	0,61	1,61
PC19	ACI	634,95	CPV ARI	603,20	213,20	48,6	0,35	2,83	499,73	0,0020011	439,29	0,0023	0,96	0,95	0,11	0,19	0,25	0,28	0,38	1Q	0,89	41,71	41,71	0,61	1,61
PC19	ACI	634,95	CPV ARI	603,20	213,20	48,6	0,35	2,83	500,00	0,002	439,44	0,0023	0,96	0,95	0,11	0,19	0,25	0,28	0,38	1Q	0,89	41,72	41,72	0,61	1,61
PC19	ACI	634,95	CPV ARI	603,20	213,20	48,6	0,35	2,83	500,26	0,001999	439,59	0,0023	0,96	0,95	0,11	0,19	0,25	0,28	0,38	1Q	0,89	41,72	41,72	0,61	1,60
PC19	ACI	651,25	CPV ARI	618,69	213,20	49,6	0,34	2,90	511,42	0,0019553	446,72	0,0022	1,00	1,00	0,09	0,16	0,28	0,30	0,41	1Q	0,92	42,54	42,54	0,63	1,54
PC19	ACI	651,25	CPV ARI	618,69	213,20	49,6	0,34	2,90	511,69	0,0019543	446,87	0,0022	1,00	1,00	0,09	0,16	0,28	0,30	0,41	1Q	0,92	42,54	42,54	0,63	1,54
PC19	ACI	651,25	CPV ARI	618,69	213,20	49,6	0,34	2,90	511,95	0,0019533	447,02	0,0022	1,00	1,00	0,09	0,16	0,28	0,30	0,41	1Q	0,92	42,54	42,54	0,63	1,53
PC19	ACI	651,25	CPV ARI	618,69	213,20	49,6	0,34	2,90	512,21	0,0019523	447,17	0,0022	1,00	1,00	0,09	0,16	0,28	0,30	0,41	1Q	0,92	42,55	42,55	0,63	1,53
PC25	ACI	303,87	CPV ARI	288,67	200,72	21,9	0,70	1,44	256,88	0,0038929	287,73	0,0035	0,00	0,00	1,00	1,00	-0,33	-0,33	0,47	3Q	1,00	45,00	225,00	0,50	1,06
PC25	ACI	303,87	CPV ARI	288,67	200,72	21,9	0,70	1,44	257,14	0,0038889	287,88	0,0035	0,00	0,00	1,00	1,00	-0,33	-0,33	0,47	3Q	1,00	45,02	225,02	0,50	1,06

PC25	ACI	303,87	CPV ARI	288,67	200,72	21,9	0,70	1,44	257,41	0,0038849	288,03	0,0035	0,00	0,00	1,00	1,00	-0,33	-0,33	0,47	3Q	1,00	45,04	225,04	0,50	1,06
PC25	ACI	303,87	CPV ARI	288,67	200,72	21,9	0,70	1,44	257,67	0,0038809	288,18	0,0035	0,00	0,00	0,99	1,00	-0,33	-0,33	0,47	3Q	1,00	45,06	225,06	0,50	1,06
PC25	ACI	311,67	CPV ARI	296,08	200,72	22,9	0,68	1,48	262,6	0,0038081	291,36	0,0034	0,04	0,03	0,96	0,97	-0,32	-0,31	0,44	3Q	1,02	45,66	225,66	0,50	1,13
PC25	ACI	311,67	CPV ARI	296,08	200,72	22,9	0,68	1,48	262,86	0,0038043	291,51	0,0034	0,04	0,03	0,96	0,97	-0,31	-0,31	0,44	3Q	1,02	45,68	225,68	0,49	1,12
PC25	ACI	311,67	CPV ARI	296,08	200,72	22,9	0,68	1,48	263,13	0,0038004	291,66	0,0034	0,04	0,03	0,96	0,97	-0,31	-0,31	0,44	3Q	1,02	45,70	225,70	0,49	1,12
PC25	ACI	311,67	CPV ARI	296,08	200,72	22,9	0,68	1,48	263,39	0,0037967	291,81	0,0034	0,04	0,03	0,95	0,97	-0,31	-0,31	0,44	3Q	1,03	45,72	225,72	0,49	1,12
PC25	ACI	319,67	CPV ARI	303,68	200,72	23,9	0,66	1,51	268,46	0,0037249	295,08	0,0034	0,07	0,05	0,92	0,94	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,05	46,37	226,37	0,49	1,20
PC25	ACI	319,67	CPV ARI	303,68	200,72	23,9	0,66	1,51	268,73	0,0037212	295,23	0,0034	0,07	0,05	0,92	0,94	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,05	46,39	226,39	0,49	1,20
PC25	ACI	319,67	CPV ARI	303,68	200,72	23,9	0,66	1,51	268,99	0,0037176	295,38	0,0034	0,07	0,05	0,92	0,94	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,05	46,41	226,41	0,49	1,20
PC25	ACI	319,67	CPV ARI	303,68	200,72	23,9	0,66	1,51	269,26	0,0037139	295,53	0,0034	0,07	0,05	0,92	0,94	-0,30	-0,28	0,41	3Q	1,05	46,43	226,43	0,49	1,20
PC25	ACI	327,87	CPV ARI	311,48	200,72	24,9	0,64	1,55	274,48	0,0036433	298,90	0,0033	0,11	0,08	0,88	0,91	-0,28	-0,26	0,38	3Q	1,08	47,14	227,14	0,49	1,29
PC25	ACI	327,87	CPV ARI	311,48	200,72	24,9	0,64	1,55	274,74	0,0036398	299,05	0,0033	0,11	0,08	0,88	0,91	-0,28	-0,26	0,38	3Q	1,08	47,17	227,17	0,49	1,29
PC25	ACI	327,87	CPV ARI	311,48	200,72	24,9	0,64	1,55	275	0,0036364	299,20	0,0033	0,11	0,08	0,88	0,91	-0,28	-0,26	0,38	3Q	1,08	47,19	227,19	0,49	1,29
PC25	ACI	327,87	CPV ARI	311,48	200,72	24,9	0,64	1,55	275,27	0,0036328	299,35	0,0033	0,11	0,08	0,88	0,91	-0,28	-0,26	0,38	3Q	1,08	47,21	227,21	0,49	1,29
PC25	ACI	336,29	CPV ARI	319,47	200,72	25,9	0,63	1,59	280,65	0,0035632	302,82	0,0033	0,14	0,10	0,84	0,88	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,11	48,00	228,00	0,49	1,40
PC25	ACI	336,29	CPV ARI	319,47	200,72	25,9	0,63	1,59	280,91	0,0035599	302,97	0,0033	0,14	0,10	0,84	0,88	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,11	48,03	228,03	0,49	1,40
PC25	ACI	336,29	CPV ARI	319,47	200,72	25,9	0,63	1,59	281,18	0,0035564	303,12	0,0033	0,14	0,10	0,84	0,88	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,11	48,05	228,05	0,49	1,40
PC25	ACI	336,29	CPV ARI	319,47	200,72	25,9	0,63	1,59	281,44	0,0035532	303,27	0,0033	0,14	0,10	0,84	0,88	-0,26	-0,23	0,35	3Q	1,11	48,07	228,07	0,48	1,40
PC25	ACI	344,92	CPV ARI	327,67	200,72	26,9	0,61	1,63	286,98	0,0034846	306,83	0,0033	0,18	0,13	0,81	0,85	-0,24	-0,21	0,32	3Q	1,15	48,97	228,97	0,49	1,53
PC25	ACI	344,92	CPV ARI	327,67	200,72	26,9	0,61	1,63	287,24	0,0034814	306,98	0,0033	0,18	0,13	0,81	0,85	-0,24	-0,21	0,32	3Q	1,15	48,99	228,99	0,49	1,53
PC25	ACI	344,92	CPV ARI	327,67	200,72	26,9	0,61	1,63	287,51	0,0034781	307,13	0,0033	0,18	0,13	0,81	0,85	-0,24	-0,21	0,32	3Q	1,15	49,02	229,02	0,49	1,53
PC25	ACI	344,92	CPV ARI	327,67	200,72	26,9	0,61	1,63	287,77	0,003475	307,28	0,0033	0,18	0,13	0,80	0,85	-0,24	-0,21	0,32	3Q	1,15	49,04	229,04	0,48	1,53
PC25	ACI	366,55	CPV ARI	348,22	200,72	29,3	0,58	1,73	302,84	0,0033021	316,90	0,0032	0,27	0,20	0,72	0,78	-0,19	-0,15	0,25	3Q	1,28	51,93	231,93	0,49	1,98
PC25	ACI	366,55	CPV ARI	348,22	200,72	29,3	0,58	1,73	303,1	0,0032992	317,05	0,0032	0,27	0,20	0,72	0,78	-0,19	-0,15	0,25	3Q	1,28	51,97	231,97	0,49	1,98
PC25	ACI	366,55	CPV ARI	348,22	200,72	29,3	0,58	1,73	303,37	0,0032963	317,20	0,0032	0,27	0,20	0,72	0,78	-0,19	-0,15	0,24	3Q	1,28	52,00	232,00	0,49	1,98
PC25	ACI	366,55	CPV ARI	348,22	200,72	29,3	0,58	1,73	303,63	0,0032935	317,35	0,0032	0,27	0,20	0,72	0,78	-0,19	-0,15	0,24	3Q	1,28	52,04	232,04	0,48	1,98
PC25	ACI	375,95	CPV ARI	357,16	200,72	30,3	0,56	1,78	309,73	0,0032286	321,28	0,0031	0,30	0,23	0,69	0,75	-0,17	-0,13	0,22	3Q	1,36	53,61	233,61	0,49	2,27
PC25	ACI	375,95	CPV ARI	357,16	200,72	30,3	0,56	1,78	310	0,0032258	321,43	0,0031	0,30	0,23	0,69	0,75	-0,17	-0,13	0,22	3Q	1,36	53,65	233,65	0,49	2,27
PC25	ACI	375,95	CPV ARI	357,16	200,72	30,3	0,56	1,78	310,26	0,0032231	321,58	0,0031	0,30	0,23	0,69	0,75	-0,17	-0,13	0,21	3Q	1,36	53,69	233,69	0,49	2,27
PC25	ACI	375,95	CPV ARI	357,16	200,72	30,3	0,56	1,78	310,52	0,0032204	321,73	0,0031	0,30	0,23	0,68	0,75	-0,17	-0,13	0,21	3Q	1,36	53,73	233,73	0,49	2,27
PC25	ACI	385,60	CPV ARI	366,32	200,72	31,3	0,55	1,83	316,81	0,0031565	325,77	0,0031	0,34	0,26	0,65	0,73	-0,15	-0,10	0,19	3Q	1,47	55,73	235,73	0,49	2,64
PC25	ACI	385,60	CPV ARI	366,32	200,72	31,3	0,55	1,83	317,07	0,0031539	325,92	0,0031	0,34	0,26	0,65	0,72	-0,15	-0,10	0,19	3Q	1,47	55,78	235,78	0,49	2,64
PC25	ACI	385,60	CPV ARI	366,32	200,72	31,3	0,55	1,83	317,33	0,0031513	326,07	0,0031	0,34	0,26	0,65	0,72	-0,15	-0,10	0,19	3Q	1,47	55,82	235,82	0,49	2,64
PC25	ACI	385,60	CPV ARI	366,32	200,72	31,3	0,55	1,83	317,6	0,0031486	326,22	0,0031	0,34	0,26	0,65	0,72	-0,15	-0,10	0,18	3Q	1,48	55,88	235,88	0,49	2,64
PC25	ACI	395,50	CPV ARI	375,73	200,72	32,3	0,53	1,87	324,07	0,0030858	330,38	0,0030	0,38	0,30	0,62	0,70	-0,13	-0,08	0,16	3Q	1,63	58,54	238,54	0,49	3,16
PC25	ACI	395,50	CPV ARI	375,73	200,72	32,3	0,53	1,87	324,33	0,0030833	330,53	0,0030	0,38	0,30	0,62	0,70	-0,13	-0,08	0,16	3Q	1,64	58,60	238,60	0,49	3,16
PC25	ACI	395,50	CPV ARI	375,73	200,72	32,3	0,53	1,87	324,59	0,0030808	330,68	0,0030	0,38	0,30	0,62	0,69	-0,13	-0,08	0,16	3Q	1,64	58,66	238,66	0,49	3,17
PC25	ACI	395,50	CPV ARI	375,73	200,72	32,3	0,53	1,87	324,86	0,0030782	330,83	0,0030	0,38	0,30	0,62	0,69	-0,13	-0,08	0,16	3Q	1,65	58,73	238,73	0,49	3,17
PC25	ACI	405,65	CPV ARI	385,37	200,72	33,3	0,52	1,92	331,51	0,0030165	335,10	0,0030	0,41	0,33	0,59	0,67	-0,11	-0,06	0,13	3Q	1,92	62,49	242,49	0,50	3,91
PC25	ACI	405,65	CPV ARI	385,37	200,72	33,3	0,52	1,92	331,77	0,0030141	335,25	0,0030	0,41	0,33	0,59	0,67	-0,11	-0,06	0,13	3Q	1,93	62,58	242,58	0,50	3,92
PC25	ACI	405,65	CPV ARI	385,37	200,72	33,3	0,52	1,92	332,04	0,0030117	335,40	0,0030	0,41	0,33	0,59	0,67	-0,11	-0,06	0,13	3Q	1,94	62,67	242,67	0,50	3,92
PC25	ACI	405,65	CPV ARI	385,37	200,72	33,3	0,52	1,92	332,01	0,003012	335,55	0,0030	0,41	0,33	0,59	0,67	-0,11	-0,06	0,13	3Q	1,93	62,59	242,59	0,50	3,93
PC25	ACI	416,06	CPV ARI	395,26	200,72	34,3	0,51	1,97	339,14	0,0029486	339,95	0,0029	0,45	0,36	0,56	0,64	-0,09	-0,04	0,10	3Q	2,55	68,58	248,58	0,50	5,08
PC25	ACI	416,06	CPV ARI	395,26	200,72	34,3	0,51	1,97	339,41	0,0029463	340,10	0,0029	0,45	0,36	0,56	0,64	-0,09	-0,04	0,10	3Q	2,57	68,72	248,72	0,50	5,09
PC25	ACI	416,06	CPV ARI	395,26	200,72	34,3	0,51	1,97	339,67	0,002944	340,25	0,0029	0,45	0,36	0,55	0,64	-0,09	-0,04	0,10	3Q	2,58	68,85	248,85	0,50	5,10

PC25	ACI	416,06	CPV ARI	395,26	200,72	34,3	0,51	1,97	339,93	0,0029418	340,40	0,0029	0,45	0,36	0,55	0,64	-0,09	-0,04	0,10	3Q	2,60	68,98	248,98	0,50	5,11
PC25	ACI	426,74	CPV ARI	405,40	200,72	35,3	0,50	2,02	346,97	0,0028821	344,92	0,0029	0,48	0,40	0,52	0,61	-0,07	-0,01	0,07	3Q	5,19	79,10	259,10	0,51	7,02
PC25	ACI	426,74	CPV ARI	405,40	200,72	35,3	0,50	2,02	347,24	0,0028799	345,07	0,0029	0,48	0,40	0,52	0,61	-0,07	-0,01	0,07	3Q	5,31	79,33	259,33	0,51	7,04
PC25	ACI	426,74	CPV ARI	405,40	200,72	35,3	0,50	2,02	347,5	0,0028777	345,22	0,0029	0,48	0,40	0,52	0,61	-0,07	-0,01	0,07	3Q	5,43	79,56	259,56	0,51	7,06
PC25	ACI	426,74	CPV ARI	405,40	200,72	35,3	0,50	2,02	347,76	0,0028755	345,37	0,0029	0,48	0,40	0,52	0,61	-0,07	-0,01	0,07	3Q	5,55	79,78	259,78	0,51	7,08
PC25	ACI	437,69	CPV ARI	415,81	200,72	36,3	0,48	2,07	355	0,0028169	350,02	0,0029	0,52	0,43	0,49	0,58	-0,05	0,01	0,05	4Q	-5,82	80,24	279,76	0,51	10,19
PC25	ACI	437,69	CPV ARI	415,81	200,72	36,3	0,48	2,07	355,27	0,0028148	350,17	0,0029	0,52	0,43	0,49	0,58	-0,05	0,01	0,05	4Q	-5,57	79,81	280,19	0,51	10,21
PC25	ACI	437,69	CPV ARI	415,81	200,72	36,3	0,48	2,07	355,53	0,0028127	350,32	0,0029	0,52	0,43	0,49	0,58	-0,05	0,01	0,05	4Q	-5,34	79,39	280,61	0,51	10,24
PC25	ACI	437,69	CPV ARI	415,81	200,72	36,3	0,48	2,07	355,79	0,0028106	350,47	0,0029	0,52	0,43	0,49	0,58	-0,05	0,01	0,05	4Q	-5,13	78,97	281,03	0,51	10,26
PC25	ACI	448,93	CPV ARI	426,48	200,72	37,3	0,47	2,12	363,24	0,002753	355,25	0,0028	0,56	0,47	0,46	0,55	-0,03	0,03	0,04	4Q	-0,92	42,66	317,34	0,52	12,53
PC25	ACI	448,93	CPV ARI	426,48	200,72	37,3	0,47	2,12	363,51	0,002751	355,40	0,0028	0,56	0,47	0,46	0,55	-0,03	0,03	0,04	4Q	-0,90	42,09	317,91	0,52	12,49
PC25	ACI	448,93	CPV ARI	426,48	200,72	37,3	0,47	2,12	363,77	0,002749	355,55	0,0028	0,56	0,47	0,46	0,55	-0,03	0,03	0,04	4Q	-0,89	41,54	318,46	0,52	12,46
PC25	ACI	448,93	CPV ARI	426,48	200,72	37,3	0,47	2,12	364,04	0,002747	355,70	0,0028	0,56	0,47	0,46	0,55	-0,03	0,03	0,04	4Q	-0,87	40,97	319,03	0,52	12,42
PC25	ACI	460,45	CPV ARI	437,43	200,72	38,3	0,46	2,18	371,69	0,0026904	360,61	0,0028	0,59	0,51	0,43	0,53	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,12	6,91	353,09	0,53	10,03
PC25	ACI	460,45	CPV ARI	437,43	200,72	38,3	0,46	2,18	371,96	0,0026885	360,76	0,0028	0,59	0,51	0,43	0,52	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,12	6,60	353,40	0,53	9,96
PC25	ACI	460,45	CPV ARI	437,43	200,72	38,3	0,46	2,18	372,22	0,0026866	360,91	0,0028	0,59	0,51	0,43	0,52	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,11	6,28	353,72	0,53	9,89
PC25	ACI	460,45	CPV ARI	437,43	200,72	38,3	0,46	2,18	372,48	0,0026847	361,06	0,0028	0,59	0,51	0,43	0,52	-0,01	0,05	0,05	4Q	-0,10	5,97	354,03	0,53	9,83
PC25	ACI	472,27	CPV ARI	448,65	200,72	39,3	0,45	2,24	380,36	0,0026291	366,11	0,0027	0,63	0,54	0,41	0,50	0,02	0,07	0,08	1Q	0,21	12,01	12,01	0,54	7,11
PC25	ACI	472,27	CPV ARI	448,65	200,72	39,3	0,45	2,24	380,62	0,0026273	366,26	0,0027	0,63	0,54	0,41	0,50	0,02	0,07	0,08	1Q	0,22	12,15	12,15	0,54	7,07
PC25	ACI	472,27	CPV ARI	448,65	200,72	39,3	0,45	2,24	380,89	0,0026254	366,41	0,0027	0,63	0,54	0,40	0,50	0,02	0,07	0,08	1Q	0,22	12,29	12,29	0,54	7,03
PC25	ACI	472,27	CPV ARI	448,65	200,72	39,3	0,45	2,24	381,15	0,0026236	366,56	0,0027	0,63	0,54	0,40	0,49	0,02	0,07	0,08	1Q	0,22	12,43	12,43	0,54	6,99
PC25	ACI	484,39	CPV ARI	460,17	200,72	40,3	0,44	2,29	389,24	0,0025691	371,75	0,0027	0,66	0,58	0,38	0,47	0,04	0,10	0,10	1Q	0,40	21,78	21,78	0,55	5,33
PC25	ACI	484,39	CPV ARI	460,17	200,72	40,3	0,44	2,29	389,51	0,0025673	371,90	0,0027	0,66	0,58	0,38	0,47	0,04	0,10	0,10	1Q	0,40	21,85	21,85	0,55	5,31
PC25	ACI	484,39	CPV ARI	460,17	200,72	40,3	0,44	2,29	389,77	0,0025656	372,05	0,0027	0,66	0,58	0,38	0,47	0,04	0,10	0,10	1Q	0,40	21,92	21,92	0,55	5,28
PC25	ACI	484,39	CPV ARI	460,17	200,72	40,3	0,44	2,29	390,04	0,0025638	372,20	0,0027	0,66	0,58	0,38	0,47	0,04	0,10	0,10	1Q	0,40	21,98	21,98	0,55	5,26
PC25	ACI	496,82	CPV ARI	471,98	200,72	41,3	0,43	2,35	398,36	0,0025103	377,54	0,0026	0,70	0,62	0,35	0,44	0,06	0,12	0,13	1Q	0,52	27,52	27,52	0,56	4,25
PC25	ACI	496,82	CPV ARI	471,98	200,72	41,3	0,43	2,35	398,62	0,0025087	377,69	0,0026	0,70	0,62	0,35	0,44	0,06	0,12	0,13	1Q	0,52	27,56	27,56	0,56	4,23
PC25	ACI	496,82	CPV ARI	471,98	200,72	41,3	0,43	2,35	398,89	0,002507	377,84	0,0026	0,70	0,62	0,35	0,44	0,06	0,12	0,13	1Q	0,52	27,60	27,60	0,56	4,22
PC25	ACI	496,82	CPV ARI	471,98	200,72	41,3	0,43	2,35	399,15	0,0025053	377,99	0,0026	0,70	0,62	0,35	0,44	0,06	0,12	0,13	1Q	0,52	27,64	27,64	0,56	4,20
PC25	ACI	509,57	CPV ARI	484,09	200,72	42,3	0,41	2,41	407,71	0,0024527	383,47	0,0026	0,74	0,67	0,32	0,41	0,08	0,14	0,16	1Q	0,61	31,31	31,31	0,57	3,54
PC25	ACI	509,57	CPV ARI	484,09	200,72	42,3	0,41	2,41	407,97	0,0024512	383,62	0,0026	0,74	0,67	0,32	0,41	0,08	0,14	0,16	1Q	0,61	31,33	31,33	0,57	3,53
PC25	ACI	509,57	CPV ARI	484,09	200,72	42,3	0,41	2,41	408,24	0,0024495	383,77	0,0026	0,74	0,67	0,32	0,41	0,08	0,14	0,16	1Q	0,61	31,35	31,35	0,57	3,52
PC25	ACI	509,57	CPV ARI	484,09	200,72	42,3	0,41	2,41	408,5	0,002448	383,92	0,0026	0,74	0,67	0,32	0,41	0,08	0,14	0,16	1Q	0,61	31,38	31,38	0,57	3,51
PC25	ACI	540,16	CPV ARI	513,15	200,72	44,6	0,39	2,56	430,14	0,0023248	397,71	0,0025	0,82	0,76	0,26	0,35	0,14	0,19	0,23	1Q	0,74	36,60	36,60	0,60	2,61
PC25	ACI	540,16	CPV ARI	513,15	200,72	44,6	0,39	2,56	430,4	0,0023234	397,86	0,0025	0,82	0,76	0,26	0,35	0,14	0,19	0,23	1Q	0,74	36,61	36,61	0,60	2,60
PC25	ACI	540,16	CPV ARI	513,15	200,72	44,6	0,39	2,56	430,67	0,002322	398,01	0,0025	0,82	0,76	0,26	0,35	0,14	0,19	0,23	1Q	0,74	36,62	36,62	0,60	2,60
PC25	ACI	540,16	CPV ARI	513,15	200,72	44,6	0,39	2,56	430,93	0,0023206	398,16	0,0025	0,82	0,76	0,26	0,35	0,14	0,19	0,23	1Q	0,74	36,63	36,63	0,60	2,59
PC25	ACI	554,02	CPV ARI	526,32	200,72	45,6	0,38	2,62	440,31	0,0022711	404,16	0,0025	0,86	0,81	0,24	0,32	0,16	0,21	0,26	1Q	0,79	38,15	38,15	0,62	2,36
PC25	ACI	554,02	CPV ARI	526,32	200,72	45,6	0,38	2,62	440,57	0,0022698	404,31	0,0025	0,86	0,81	0,24	0,32	0,16	0,21	0,26	1Q	0,79	38,15	38,15	0,62	2,36
PC25	ACI	554,02	CPV ARI	526,32	200,72	45,6	0,38	2,62	440,83	0,0022684	404,46	0,0025	0,86	0,81	0,24	0,32	0,16	0,21	0,26	1Q	0,79	38,16	38,16	0,62	2,35
PC25	ACI	554,02	CPV ARI	526,32	200,72	45,6	0,38	2,62	441,09	0,0022671	404,61	0,0025	0,86	0,81	0,24	0,32	0,16	0,21	0,26	1Q	0,79	38,17	38,17	0,62	2,35
PC25	ACI	568,24	CPV ARI	539,83	200,72	46,6	0,37	2,69	450,73	0,0022186	410,78	0,0024	0,89	0,85	0,21	0,30	0,19	0,23	0,29	1Q	0,82	39,44	39,44	0,64	2,17
PC25	ACI	568,24	CPV ARI	539,83	200,72	46,6	0,37	2,69	450,99	0,0022173	410,93	0,0024	0,89	0,85	0,21	0,30	0,19	0,23	0,29	1Q	0,82	39,44	39,44	0,64	2,17
PC25	ACI	568,24	CPV ARI	539,83	200,72	46,6	0,37	2,69	451,26	0,002216	411,08	0,0024	0,89	0,85	0,21	0,30	0,19	0,23	0,29	1Q	0,82	39,45	39,45	0,63	2,16
PC25	ACI	568,24	CPV ARI	539,83	200,72	46,6	0,37	2,69	451,52	0,0022147	411,23	0,0024	0,89	0,85	0,21	0,29	0,19	0,23	0,29	1Q	0,82	39,45	39,45	0,63	2,16

PC25	ACI	582,82	CPV ARI	553,68	200,72	47,6	0,36	2,76	461,42	0,0021672	417,57	0,0024	0,93	0,90	0,19	0,27	0,21	0,25	0,32	1Q	0,86	40,55	40,55	0,65	2,02
PC25	ACI	582,82	CPV ARI	553,68	200,72	47,6	0,36	2,76	461,68	0,002166	417,72	0,0024	0,93	0,90	0,19	0,27	0,21	0,25	0,32	1Q	0,86	40,55	40,55	0,65	2,01
PC25	ACI	582,82	CPV ARI	553,68	200,72	47,6	0,36	2,76	461,95	0,0021647	417,87	0,0024	0,93	0,90	0,19	0,27	0,21	0,25	0,32	1Q	0,86	40,55	40,55	0,65	2,01
PC25	ACI	582,82	CPV ARI	553,68	200,72	47,6	0,36	2,76	462,21	0,0021635	418,02	0,0024	0,93	0,90	0,19	0,27	0,21	0,25	0,33	1Q	0,86	40,56	40,56	0,65	2,01
PC25	ACI	597,78	CPV ARI	567,89	200,72	48,6	0,35	2,83	472,39	0,0021169	424,53	0,0024	0,96	0,95	0,17	0,24	0,24	0,27	0,36	1Q	0,89	41,52	41,52	0,67	1,89
PC25	ACI	597,78	CPV ARI	567,89	200,72	48,6	0,35	2,83	472,65	0,0021157	424,68	0,0024	0,96	0,95	0,16	0,24	0,24	0,27	0,36	1Q	0,89	41,52	41,52	0,67	1,89
PC25	ACI	597,78	CPV ARI	567,89	200,72	48,6	0,35	2,83	472,92	0,0021145	424,83	0,0024	0,96	0,95	0,16	0,24	0,24	0,27	0,36	1Q	0,89	41,52	41,52	0,67	1,89
PC25	ACI	597,78	CPV ARI	567,89	200,72	48,6	0,35	2,83	473,18	0,0021134	424,98	0,0024	0,96	0,95	0,16	0,24	0,24	0,27	0,36	1Q	0,89	41,52	41,52	0,67	1,89
PC25	ACI	613,13	CPV ARI	582,47	200,72	49,6	0,34	2,90	483,64	0,0020677	431,67	0,0023	1,00	1,00	0,14	0,22	0,26	0,29	0,39	1Q	0,91	42,38	42,38	0,69	1,79
PC25	ACI	613,13	CPV ARI	582,47	200,72	49,6	0,34	2,90	483,91	0,0020665	431,82	0,0023	1,00	1,00	0,14	0,22	0,26	0,29	0,39	1Q	0,91	42,39	42,39	0,69	1,79
PC25	ACI	613,13	CPV ARI	582,47	200,72	49,6	0,34	2,90	484,17	0,0020654	431,97	0,0023	1,00	1,00	0,14	0,22	0,26	0,29	0,39	1Q	0,91	42,39	42,39	0,69	1,79
PC25	ACI	613,13	CPV ARI	582,47	200,72	49,6	0,34	2,90	484,44	0,0020642	432,12	0,0023	1,00	1,00	0,14	0,22	0,26	0,29	0,39	1Q	0,91	42,39	42,39	0,69	1,79