

**ANÁLISE DE PARÂMETROS INFLUENTES NA
CROMATICIDADE E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO
DE CONCRETOS À BASE DE CIMENTO BRANCO**

Alexandra Passuelo

Porto Alegre

Abril 2004

ALEXANDRA PASSUELO

**ANÁLISE DE PARÂMETROS INFLUENTES NA
CROMATICIDADE E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO
DE CONCRETOS À BASE DE CIMENTO BRANCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia na modalidade Acadêmico.

Porto Alegre

Abril 2004

PASSUELO, Alexandra

Análise de parâmetros influentes na cromaticidade e no comportamento mecânico de concretos à base de cimento branco / Passuelo, Alexandra. – Local: PPGEC/UFRGS, 2004.

175f.

Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Mestre em Engenharia. Orientador: Luiz Carlos Pinto da Silva Filho.

Assunto I. Cimento Portland branco estrutural...II. Desempenho mecânico...III. Cromaticidade

CCAA2

ALEXANDRA PASSUELO

**ANÁLISE DE PARÂMETROS INFLUENTES NA
CROMATICIDADE E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO
DE CONCRETOS À BASE DE CIMENTO BRANCO**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 30 de abril de 2004

Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
PhD., University of Leeds
orientador

Prof. Américo Campos Filho
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Vladimir Paulon (UNICAMP)
Dr., EPUSP/SP

Profª. Denise Carpena Coitinho Dal Molin (UFRGS)
Drª., EPUSP/SP

Prof. Francisco de Paula Simões Lopes Gastal (UFRGS)
PhD., North Carolina State University

Prof. João Luiz Campagnolo (UFRGS)
MSc. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

“Não aceite nada pela aparência, só pela evidência”

Charles Dickens (1812-1870)

Dedico este trabalho aos meus pais, Sérgio e Aida, e ao
meu marido Fábio.

AGRADECIMENTOS

O caminho foi árduo.

Mas eu tive um excelente guia.

Luiz Carlos, eu sabia onde queria chegar. Tu me fizeste acreditar que eu podia. Há exatos dois anos, eu ganhava um grande orientador, e de lá para cá, um amigo ainda maior a cada dia. Muito obrigada.

E companheiros de viagem inesquecíveis.

Ao Prof. João Luiz Campagnolo, mestre em engenharia e nas artes culinárias, que me apontou um caminho, me acolhendo na "Grande Família LEME", me revelando os horizontes da pesquisa científica.

Ao meu marido Fábio, pelo amor, paciência e pelo empurrão e conforto nas horas de dificuldades.

Aos meus pais, Sérgio e Aida, por me ensinar que mesmo diante de muitos tropeços, devemos levantar a cabeça e seguir em frente.

As minhas irmãs Andréia e Aline Passuelo e a todos da família, que em algum momento agüentaram minha oscilação de humor.

Ao Prof. Dario Lauro Klein, pela amizade e companheirismo, ainda mais doces que os deliciosos cafês de amêndoas preparados pela Eléa.

À Professora Denise Carpena Coutinho Dal Molin, que acompanhou a realização de toda pesquisa, auxiliando em muitos momentos de decisão.

Ao Professor Roberto Gliese, pela dedicação ao acompanhamento dos ensaios e pela construção de bases teóricas que foram essenciais para o desenvolvimento do estudo cromático desta pesquisa.

Aos amigos Rogério Cattelan Antochaves de Lima e Alexandre Lorenzi, que, desde a minha chegada ao LEME, sempre estiveram presentes na hora de transformar problemas em soluções.

Aos amigos e colegas de Pós-Graduação, Leila Cristina Meneghetti, Mônica Regina Garcez, Artur Felipe Eckert, Estela Garcez e Paulete Schwetz, quer seja num auxílio técnico ou apenas numa palavra amiga, colaboraram na execução deste trabalho.

Aos colegas Gustavo Menna Barreto Klein, Uziel Cavalcanti Medeiros Quinino e Daniel Fraga Sias, sempre dispostos a me ajudar a solucionar os problemas com o mundo virtual.

À colega de equipe Ana Paula Kirchheim, pioneira na pesquisa em cimento branco.

À Engenheira Stefânia Tesi Bernardi, que usou da sua experiência como profissional e pesquisadora para me dar dicas valiosas para o desenvolvimento deste trabalho.

À Ana Carolina Badalotti Passuelo, grande companheira e maior prova de que nepotismo, algumas vezes, pode gerar resultados positivos e ao Thomas Keiserman Lempke, que com esforço e competência, conquistou seu espaço e tornou-se essencial para a pesquisa. Cada linha deste trabalho tem um pouco de nós três.

À Luciane Fonseca Caetano, grande amiga que tantas vezes emprestou seus ouvidos para ouvir meus lamentos e seus ombros para reconfortar meus choros.

Ao auxiliares de pesquisa Vanessa Fátima Pasa, Maiquel Collet, Graziela Grandó e Renato Ferraz, que em muitos momentos foram indispensáveis para a pesquisa.

Aos funcionários Eléa Machado Valdez e Liliani Gaeversen, pela forma carinhosa como cuidam da gente; Jocedir Joaquim Ribeiro da Silva, pelas subidas e descidas da marquise e inúmeras viagens ao Campus do Vale; Flávio Luis César de Lima, que com esta pesquisa, arrumou outra desculpa para não deixar de fumar; Eurípedes Martins Fontes e Alcemar Macedo Ramos, fundamentais para o desenvolvimento dos trabalhos no laboratório.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade oferecida e pela disponibilização de recursos, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento da pesquisa que gerou esta tese.

Ao Laboratório de Processamento Mineral, em nome de Carlos Petter, pela total cooperação e apoio irrestrito em todo processo de construção deste trabalho.

À Camargo Corrêa Cimento, em nome de João Paulo Guimarães e a Fiorese Mineradora, pela doação de material para pesquisa.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	p.17
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.17
1.2 JUSTIFICATIVA	p.18
1.3 HIPÓTESES	p.19
1.4 OBJETIVOS	p.20
1.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	p.21
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	p.21
2 EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS DE DESEMPENHO DO CONCRETO	p.23
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.23
2.2 CARACTERÍSTICAS E DEMANDAS TRADICIONAIS DO CONCRETO	p.24
2.2.1 Baixa Permeabilidade	p.24
2.2.2 Flexibilidade de Moldagem	p.25
2.2.3 Desempenho Mecânico	p.25
2.2.4 Durabilidade	p.26
2.2.5 Demandas emergentes	p.27
2.3 A COR COMO PARÂMETRO DE CONTROLE DO CONCRETO	p.27
2.4 PRODUÇÃO DE CONCRETOS CROMÁTICOS	p.28
2.5 UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS CROMÁTICOS	p.29
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.35
3 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO CONCRETO BRANCO	p.36
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	p.36
3.2 MATERIAIS CONSTITUINTES	p.37
3.2.1 Cimento Portland Branco	p.38
3.2.2 Agregados	p.41
3.2.3 Adições Minerais	p.45

3.2.4 Aditivos	p.48
3.3 EXECUÇÃO	p.50
3.3.1 Fôrmas	p.50
3.3.2 Desmoldantes	p.51
3.3.3 Mistura e Lançamento	p.52
3.3.4 Cura	p.53
3.4 PROTEÇÃO E MANUTENÇÃO	p.53
3.4.1 Sistemas de Proteção	p.54
3.4.2 Manutenção	p.56
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.56
4 FUNDAMENTOS DE COLORIMETRIA	p.57
4.1 PERCEPÇÃO DA COR	p.57
4.1.1 Observador	p.58
4.1.2 Fontes de Luz	p.60
4.1.3 Geometria de Medição	p.61
4.2 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICAS	p.62
4.2.1 Sistema XYZ	p.63
4.2.2 Sistema Yxy	p.64
4.2.3 Sistema L*a*b*	p.65
4.3 ANÁLISE CROMÁTICA DE SUPERFÍCIES BRANCAS	p.67
4.4 EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÕES COLORIMÉTRICAS	p.67
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.69
5 PROGRAMA EXPERIMENTAL	p.70
5.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA	p.70
5.2 SELEÇÃO DOS MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DAS MISTURAS DE CONCRETO	p.73
5.2.1 Cimento	p.73
5.2.2 Agregado Graúdo	p.74
5.2.3 Agregado Miúdo	p.75
5.2.4 Adições Superpozolânicas	p.76

5.2.5 Aditivos	p.77
5.3 DEFINIÇÃO DOS TRAÇOS	p.78
5.4 PRODUÇÃO DAS MISTURAS DE CONCRETO	p.81
5.5 DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	p.82
5.5.1 Resistência Mecânica	p.82
5.5.2 Módulo de Deformação	p.82
5.5.3 Análise Estética – Colorimetria	p.83
5.5.4 Análise da Durabilidade Estética	p.87
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	p.90
6.1 ESTUDO PRELIMINAR: DEFINIÇÃO DO TIPO E TEOR DA ADIÇÃO	p.90
6.2 RESISTÊNCIA MECÂNICA	p.92
6.3 MÓDULO DE DEFORMAÇÃO	p.97
6.4 ANÁLISE ESTÉTICA – COLORIMETRIA	p.102
6.4.1 Diferenças de Cor	p.111
6.4.2 Percepção de Cor	p.112
6.4.3 Análise de Cor no Estado Fresco	p.113
6.5 ANÁLISE DA DURABILIDADE ESTÉTICA	p.114
6.5.1 Mudança Cromática na Aplicação dos Produtos	p.115
6.5.2 Mudanças Cromáticas devido à Exposição Ambiental	p.117
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.121
7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.121
7.2 CONCLUSÕES	p.123
7.3 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	p.125
REFERÊNCIAS	p.127
ANEXO I	p.134
ANEXO II	p.136
ANEXO III	p.141
ANEXO IV	p.157

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 (a) Pilar em concreto vermelho do edifício e-Tower; (b) Concreto utilizados em pilares do Edifício e-Tower.....	p.31
Figura 2.2 Catedral da arquidiocese de Los Angeles.....	p.32
Figura 2.3 Igreja “Dives in Misericórdia” – Roma.....	p.32
Figura 2.4 (a) Ambiente interno da “Sagrada Família” – Barcelona; (b) Detalhe de uma das colunas.....	p.33
Figura 2.5 “La Paloma” – Novo terminal do aeroporto de Sondika/ES.....	p.33
Figura 2.6 Edifício Flexotronics – Sorocaba/SP.....	p.34
Figura 2.7 (a) Projeto Museu Iberê Camargo; (b) Vista aérea do andamento da obra.....	p.34
Figura 3.1 Influência da angulosidade do agregado sobre a porosidade.....	p.44
Figura 4.1 Sensibilidade Espectral correspondente ao olho humano.....	p.59
Figura 4.2 Diferença entre os campos de visão de 2° e 10° definidos pelo CIE.....	p.60
Figura 4.3 Opções de geometria dos sistemas de iluminação unidirecional – (a) 45/0; (b) 0/45.....	p.61
Figura 4.4 Opções de geometria do sistema de esferas integradoras de iluminação difusa – (a) d/0 SCE; (b) 0/d SCE; (c) d/0 SCI e (d) 0/d SCI.....	p.62
Figura 4.5 Diagrama Cromático do Sistema Y_{xy}	p.64
Figura 4.6 Representação do Sólido de Cor do Espaço $L^*a^*b^*$	p.65
Figura 4.7 Representação da diferença de cor ΔE	p.66
Figura 4.8 Percepção da Cor pelos olhos humanos.....	p.68
Figura 4.9 Representação da medição cromática através por equipamentos colorimétricos.....	p.68
Figura 4.10 Representação medição cromática por equipamentos espectrofotométricos	p.68
Figura 5.1 Fluxograma esquemático do programa experimental.....	p.72
Figura 5.2 Composição granulométrica utilizada em cada combinação de agregados....	p.81
Figura 5.3 Procedimento utilizado para adensamento dos concretos.....	p.82
Figura 5.4 Esquema do ensaio de módulo de deformação do concreto.....	p.83

Figura 5.5 Procedimento adotado para cura dos concretos destinados a leitura de cor...	p.85
Figura 5.6 Leituras colorimétricas com equipamento espectrofotométrico.....	p.86
Figura 5.7 Leituras colorimétricas do concreto fresco.....	p.87
Figura 5.8 Aplicação dos sistemas de proteção.....	p.88
Figura 5.9 (a) Local de exposição das amostras de concreto; (b) Detalhe da exposição.	p.89
Figura 6.1 Diferenças das luminosidades apresentadas pelas amostras de argamassa com diferentes teores de sílica ativa e metacaulim	p.91
Figura 6.2 Diferenças nos parâmetros cromáticos (a) a^* e (b) b^* apresentadas pelas amostras de argamassas com diferentes teores de sílica ativa e metacaulim.....	p.91
Figura 6.3 Diferenças da brancura ISO apresentadas pelas amostras de argamassa com diferentes teores de sílica ativa e metacaulim.....	p.92
Figura 6.4 Crescimento da resistência à compressão com a idade.....	p.94
Figura 6.5 Influência dos agregados na resistência à compressão.....	p.95
Figura 6.6 Influência da adição de sílica ativa na resistência à compressão.....	p.96
Figura 6.7 Influência da relação água/aglomerante no módulo de deformação.....	p.98
Figura 6.8 Influência do agregado graúdo e da idade no módulo de deformação.....	p.99
Figura 6.9 Influência do agregado miúdo no módulo de deformação.....	p.99
Figura 6.10 Influência do agregado miúdo, sílica e a/agl no módulo de deformação.....	p.100
Figura 6.11 Pastilhas de metacaulim, sílica ativa e cimento utilizados para as leituras colorimétricas.....	p.102
Figura 6.12 Comportamento do parâmetro L^* para as diferentes relações água/aglomerante.....	p.104
Figura 6.13 Comportamento do parâmetro b^* para as diferentes relações água/aglomerante.....	p.104
Figura 6.14 Comportamento da brancura ISO para diferentes relações água/aglomerante.....	p.105
Figura 6.15 Influência do agregado graúdo no parâmetro L^*	p.106
Figura 6.16 (a) Influência do agregado graúdo no parâmetro a^* ; (b) Influência do agregado graúdo no parâmetro b^*	p.107
Figura 6.17 Influência do agregado graúdo na brancura definida pela norma ISO 2470.....	p.107

Figura 6.18 Influência do agregado miúdo no parâmetro L^*	p.108
Figura 6.19 Influência do agregado miúdo no parâmetro (a) a^* ; (b) b^*	p.109
Figura 6.20 Influência do agregado miúdo no parâmetro de brancura definido pela ISO 2470.....	p.109
Figura 6.21 Influência da sílica ativa no parâmetro L^* das misturas de concreto.....	p.110
Figura 6.22 Influência da sílica ativa no parâmetro (a) a^* ; (b) b^* dos concretos.....	p.110
Figura 6.23 Influência da sílica ativa no parâmetro de brancura definido pela ISO 2470.....	p.111
Figura 6.24 Percepção visual da brancura dos concretos produzidos.....	p.113
Figura 6.25 Correlação entre concreto fresco e endurecido na luminosidade (L^*).....	p.114
Figura 6.26 Correlação entre concreto fresco e endurecido na brancura ISO.....	p.114
Figura 6.27 Influência do tipo de sistema de proteção e do agregado miúdo no parâmetro L^*	p.116
Figura 6.28 Influência da relação água/aglomerante e do tipo de sistema de proteção no parâmetro a^*	p.116
Figura 6.29 Influência do tipo de sistema de proteção e do agregado miúdo no parâmetro b^*	p.117
Figura 6.30 Influência do tipo de sistema de proteção e do agregado miúdo na brancura definida pela norma ISO 2470.....	p.117
Figura 6.31 Comportamento da luminosidade dos concretos expostos ambientalmente.....	p.118
Figura 6.32 Comportamento do parâmetro a^* após exposição ao ambiente dos concretos.....	p.119
Figura 6.33 Comportamento do parâmetro b^* dos concretos após exposição ambiental.....	p.119
Figura 6.34 Comportamento da brancura ISO após exposição dos concretos.....	p.120

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Composição típica de cimentos Portland brancos.....	p.40
Tabela 3.2 Variação do índice de reflectância.....	p.46
Tabela 3.3 Comparação de cor obtida através do uso de fôrmas de metal e compensado.....	p.51
Tabela 5.1 Matriz experimental.....	p.71
Tabela 5.2 Características químicas, físicas e mecânicas do cimento Portland branco utilizado.....	p.73
Tabela 5.3 Caracterização do basalto.....	p.74
Tabela 5.4 Caracterização do calcário.....	p.75
Tabela 5.5 Caracterização da areia.....	p.75
Tabela 5.6 Proporcionamento e características finais dos concretos produzidos.....	p.80
Tabela 6.1 Dados cromáticos das amostras de argamassa com adições pozolânicas.....	p.91
Tabela 6.2 Resultados dos ensaios de resistência à compressão – valores potenciais.....	p.93
Tabela 6.3 Resultados obtidos nos ensaios de módulo de deformação – valores potenciais.....	p.97
Tabela 6.4 Comparação entre os dados reais de módulo de deformação obtidos aos 28 dias e estimativa prevista pela NBR 6118/2003.....	p.101
Tabela 6.5 Parâmetros colorimétricos dos materiais que compõem a mistura de concreto.....	p.103
Tabela 6.6 Parâmetros cromáticos das medidas realizada aos 30 dias de idade.....	p.103
Tabela 6.7 Diferenças de cores entre as combinações de materiais.....	p.111

RESUMO

PASSUELO, A. Análise de parâmetros influentes na cromaticidade e no comportamento mecânico de concretos à base de cimento branco. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFRGS. Porto Alegre, 2004.

Com o desenrolar dos processos de competitividade e globalização, novas tecnologias vem sendo desenvolvidas e estão se espalhando com velocidade cada vez maior. Em particular, nos últimos anos, observa-se um elevado número de novos materiais sendo introduzidos nas edificações. A questão é que estes novos materiais apresentam características e comportamentos diferentes e, muitas vezes, ainda pouco conhecidos e estudados. O cimento Portland branco estrutural enquadra-se neste contexto, pois as modificações necessárias na constituição do cimento convencional, para manipular sua cor, acabam por afetar seu comportamento. Diante do crescimento do consumo deste produto nos últimos anos, as pesquisas científicas de concretos à base de cimento branco, que eram raras, foram intensificadas. Com o objetivo de colaborar para a caracterização do comportamento mecânico deste material, montou-se um programa experimental para analisar como a variação de alguns parâmetros básicos, como tipo de agregado graúdo (basalto e calcário), agregado miúdo (areia e calcário), adições de sílica ativa e relação água/aglomerante (0.42, 0.51 e 0.60) afeta a resistência mecânica e o módulo de deformação de concretos brancos produzidos com um dos dois cimentos brancos estruturais disponíveis no Brasil. Além do mais, as obras com utilização de concretos brancos se caracterizam por possuir um forte apelo estético. Neste caso, as exigências tradicionais, como comportamento mecânico e durabilidade, não são suficientes para caracterizar o desempenho do material. Na produção deste tipo de concreto, a cor passa a se constituir em um parâmetro de qualidade crítico, e seu controle é fundamental. A simples utilização de cimento branco não irá necessariamente permitir satisfazer as exigências de cor. A cromaticidade da mistura de concreto dependerá de todos os materiais envolvidos no processo. Neste programa de pesquisa, o controle cromático foi realizado através do método espectrofotométrico, sendo monitorados os parâmetros $L^*a^*b^*$. Quanto ao comportamento mecânico os resultados foram adequados, não apresentando tendências diferentes daquelas apresentadas por concretos convencionais. Para a análise cromática a estratégia de ensaio se mostrou muito satisfatória, já que os parâmetros medidos conseguiram representar os efeitos que os materiais constituintes produzem na cor final das superfícies de concreto. Os dados coletados indicaram que os agregados calcários são mais adequados para a produção de concretos brancos, sendo de fundamental importância utilizar uma fração muito fina de tonalidade bem clara. A melhoria da durabilidade estética através da aplicação de sistemas de proteção também foi avaliada, indicando que sistemas de proteção hidrofugantes são os que menos alteram os parâmetros cromáticos do concreto branco.

Palavras-chave: cimento Portland branco estrutural; desempenho mecânico; cromaticidade; sistemas de proteção.

ABSTRACT

PASSUELO, A. Analysis of chromatic and mechanical variations in white cement concrete. Master degree civil engineering – PPGEC/UFRGS. Porto Alegre, 2004.

The globalization process is increasing the competitiveness and fostering innovation in the construction industry. New technologies are being developed and becoming rapidly spread in response to the pressure for cost optimization and improved performance. In recent years, many new and innovative materials have been introduced, with different and varying properties and characteristics. The question is that the knowledge about these properties has often not been thoroughly investigated yet. The use of structural white Portland cement fits this case, since the alterations in the production process, necessary to change the color, might impact the properties and performance of the resulting material. However, the research on these topics is still limited. With the purpose of contributing towards increasing the available knowledge, the present work makes a characterization of the mechanical behavior and colorimetric properties of several concretes produced with white cement. The experimental program is based on the variation of several basic parameters of the concrete mixtures, such as the type of coarse (basalt and limestone) and fine (quartz sand and crushed limestone) aggregates, the addition of silica fume (0 and 5%) and the water/binder (w/b) rate (0.42, 0.51 and 0.60). Both the compressive strength and the elasticity modulus, important design parameters related to strength and deformability, would be affected by these variations, as should be the appearance, in terms of color. This is a very important issue, since white or colored concretes are used in construction because of their strong aesthetic appeal. Therefore, the attendance of traditional requirements such as mechanical behavior and durability are not enough to qualify the material performance. The simple use of white cement will not necessarily satisfy the color requirements. The chromaticity of a concrete mixture will depend on all the materials used. In this research, a chromatic control of each mixture was made using a spectrophotometer that provided $L^*a^*b^*$ measurements, done according to ASTM D2244-84. The mechanical behavior was assessed using compressive tests performed in 10x20 cm cylindrical specimens. The results have shown that the white cement concrete has similar mechanical characteristics as traditional concretes, with limestone aggregates achieving a very good performance when combined with silica fume addition. On the other hand, the choices of the constituent materials and of the w/b ratio both have a strong impact on the color. To ensure a higher lightness, it is necessary to use a powdery fraction with a very clear tonality, such as provided by the limestone fine aggregate, and to limit the amount of silica fume addition. Other additions or pigments might be used to produce colored concretes. It was also shown that surface protection is necessary to preserve the color. The data suggests that pore-blocking hydro-repellent agents, such as the silano-siloxane product used in the tests, tend to have a lesser impact on the color. It might be interesting to wait for some time before applying the protection, since the progressive loss of humidity from the concrete increases its lightness. The problem is that this process happens slowly, especially in the mixtures with low w/b ratios, which are normally recommended to increase durability.

Keywords: structural white Portland cement, white concrete, mechanical performance, chromaticity.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Seguindo tendências da maioria dos mercados internacionais, a construção civil no Brasil se encontra em um processo de modernização. A padronização de procedimentos, a racionalização de atividades, a redução de desperdícios e o desenvolvimento de novos materiais e produtos, com tecnologia avançada, fazem parte deste cenário. Para que o avanço tecnológico seja completo os projetos de engenharia e arquitetura também precisam passar por esta transformação.

Dentro deste panorama de inovação é que o cimento branco estrutural entrou no mercado brasileiro. A versatilidade cromática atingida com este tipo de cimento introduz uma nova esfera de criação, na qual ocorre a valorização da estrutura de concreto como elemento estético. Isto tem atraído o interesse de engenheiros e arquitetos que buscam introduzir diferenciais ou inovações em seus projetos. Como reflexo, observa-se um crescimento do número de obras que utilizam concreto branco no território nacional. O cimento Portland branco estrutural pode ser utilizado em concreto estrutural, pré-fabricados e artefatos de cimento, argamassas de revestimento, painéis de fechamento, blocos de concreto e pisos. Além do mais, este tipo de cimento permite a fabricação de concretos coloridos com adição de pigmentos.

Para ampliar ainda mais o mercado, os fabricantes de cimentos nacionais estão promovendo a divulgação e utilização do cimento branco, por meio de palestras técnicas e oferecimento de suporte tecnológico para os escritórios de arquitetura, engenharia e para as empresas

fabricantes de produtos à base de cimento. Dentro deste cenário, em 2003, o II Prêmio Cauê de Arquitetura teve como tema o cimento branco, premiando e divulgando os melhores projetos e obras desenvolvidas com a utilização do cimento branco.

O problema é que a introdução de um novo material, ou de um material modificado, como é o caso do cimento branco, demanda um cuidado especial, no sentido de caracterizar suas propriedades e estimar os impactos das mudanças na constituição sobre a resistência e durabilidade do material. Além disto, é necessário desenvolver o “know-how” tecnológico que permite sua aplicação de forma adequada. O presente trabalho busca colaborar neste sentido.

1.2 JUSTIFICATIVA

O sucesso final de toda obra civil está relacionado com uma série de fatores que devem ser considerados conjuntamente. A concepção do projeto arquitetônico de uma edificação deve levar em conta os aspectos funcionais, estruturais e executivos da construção, além de considerar os diferentes materiais que serão utilizados. Infelizmente, nem sempre os projetos de engenharia se guiam por estes princípios.

O uso do concreto à base de cimento branco estrutural é uma nova tecnologia promissora, mas que deve ser bem estudada e implementada para evitar que a mesma seja comprometida por resultados não satisfatórios. Embora o cimento branco estrutural já tenha sido estudado por alguns pesquisadores, tais como Hamad [1995], Nunes e Fonseca [1995], Benitez [2002], entre outros, o corpo de conhecimento disponível ainda é limitado. No caso brasileiro, existe uma grande escassez de conhecimento, sendo as atuais obras guiadas por princípios desenvolvidos a partir de experiências prévias ou adaptações de resultados obtidos em estudos estrangeiros. Desta forma considera-se fundamental o desenvolvimento de pesquisas na área, que busquem avaliar o comportamento dos cimentos brancos estruturais nacionais quanto ao desempenho mecânico e à durabilidade.

Poucas pesquisas referentes ao desempenho de concretos executados com cimento branco existem no Brasil. O primeiro estudo direcionado à durabilidade de concretos brancos foi recentemente desenvolvido no NORIE/UFRGS [Kirchheim, 2003]. A autora do estudo apresenta alguns resultados sobre o comportamento do material mediante ações ambientais.

O presente trabalho avança na direção de identificar o comportamento dos concretos brancos. Em primeiro lugar, reconhecendo a importância da dimensão estética neste tipo de material, busca-se caracterizar as variações colorimétricas que ocorrem à medida que certos parâmetros de produção são alterados. Considerou-se ainda que seria interessante investigar possíveis estratégias de proteção superficial do material, aplicadas com o intuito de garantir a manutenção da cor. Portanto, no estudo foram variados os materiais constituintes (agregados e adições) e os sistemas de proteção, sendo medidas as variações de cor de acordo com uma escala colorimétrica padrão.

Além disto, o trabalho aproveitou a oportunidade de contar com concretos fabricados com diferentes tipos de agregado e níveis de resistência para investigar a questão da variação da resistência e do módulo de elasticidade. O interesse na caracterização da resistência advém do fato de que este é o principal parâmetro de controle atual. Já a preocupação com a deformabilidade vem ao encontro das questões surgidas a partir da análise dos resultados obtidos por Baroni [2003], que identificou que vigas de concreto branco sofriam flechas de maior magnitude do que vigas semelhantes de concreto tradicional submetidas a esforços de flexão.

1.3 HIPÓTESES

Esta pesquisa científica busca investigar as seguintes hipóteses:

- A cor do concreto é influenciada pela relação a/c e pela cor e proporção dos materiais que o compõem. Desta forma, o cimento, os agregados miúdo e graúdo e as adições transferirão suas características colorimétricas para a mistura de concreto.
- Os sistemas de proteção podem contribuir benéficamente com a durabilidade estética dos paramentos das estruturas de concreto aparente, já que de maneira geral criam barreiras que protegem as superfícies da ação dos agentes atmosféricos.
- O módulo de deformação do concreto é afetado pelo tipo de agregado utilizado, pelas características da matriz de pasta de cimento e pela zona de transição. Conseqüentemente, todos os parâmetros que afetam estas características influenciarão a deformabilidade do concreto branco.

1.4 OBJETIVOS

Os objetivos desta pesquisa, dependendo de seu escopo e da sua importância relativa, podem ser diferenciados em primários, ou principais, e secundários.

Dentre os objetivos primários destacam-se:

- Avaliar o comportamento mecânico de concretos com cimento branco produzidos com diferentes tipos de agregados e variadas relações água/aglomerante, com a presença ou não de adições pozolânicas;
- Avaliar as mudanças nas características colorimétricas, medidas em termos de variações dos parâmetros $L^*a^*b^*$, de concretos brancos fabricados com combinações de agregados graúdos e miúdos e adições;
- Determinar os efeitos da exposição ambiental na cor de concretos variados fabricados com cimento branco, com e sem sistema de proteção, em ambientes protegidos ou sujeitos às intempéries;

Além disto, tomou-se como objetivos secundários as seguintes questões:

- Avaliar os efeitos da aplicação de diferentes tipos de sistemas de proteção de concretos aparentes nos parâmetros cromáticos do substrato de concreto;
- Avaliar a influência da relação a/c nos parâmetros colorimétricos de concretos brancos.
- Avaliar o benefício da inserção da sílica ativa na mistura de concretos brancos, em relação ao comportamento colorimétrico ao longo do tempo, quando expostos em ambiente protegido ou sujeito às intempéries;
- Verificar se um controle colorimétrico pode ser estabelecido para o concreto fresco, de forma a permitir que as medições de cor sejam usadas como indicadores das qualidades estéticas do concreto endurecido.

1.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Dadas as limitações de tempo e de complexidade dos estudos inerentes a uma dissertação de mestrado, foi necessário restringir a matriz experimental em alguns aspectos.

Desta forma, decidiu-se fixar a marca e o lote do cimento a trabalhar, embora se tenha conhecimento de que existem diferenças cromáticas importantes entre os cimentos produzidos no país.

Por outro lado, foi necessário limitar o tempo de exposição atmosférica para avaliação da durabilidade cromática em 90 dias.

Além disto, diante da limitada disponibilidade das câmaras de sazonalidade, estabeleceu-se que, antes da leitura das variações de cor, todas as amostras seriam sazonalizadas apenas em uma condição padrão de umidade e temperatura. Decidiu-se que o padrão a adotar seria correspondente a uma umidade de 70%, com tolerância de 2%, e a uma temperatura de 25°C, com tolerância de 1°C.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação é estruturada em 7 capítulos, como descritos a seguir.

No primeiro capítulo encontra-se a justificativa para as questões desta pesquisa, relacionando os objetivos primários e secundários, além de apresentar as limitações inerentes a esta dissertação.

O segundo capítulo contextualiza a pesquisa através de uma análise das demandas de desempenho tradicionais e emergentes requeridas para o concreto. Reforça ainda a importância deste estudo dentro do panorama atual, apresentando exemplos de obras produzidas em concretos cromáticos.

No terceiro capítulo é realizada uma revisão bibliográfica geral dos principais elementos da tecnologia da produção de concreto branco. São também analisados os principais fatores responsáveis pela cor e aparência superficial final dos concretos e a forma como manipulá-los.

O capítulo 4 é apresentado uma revisão bibliográfica sobre os principais fundamentos de colorimetria, conhecimentos necessários para dar suporte à realização da análise cromática dos concretos.

O capítulo 5 apresenta o programa experimental definido para este trabalho de mestrado apresentando e justificando a escolha da matriz experimental, dos ensaios executados e dos procedimentos adotados.

No capítulo 6 são apresentados os resultados obtidos na realização do programa experimental, os procedimentos adotados para interpretação dos mesmos, além de uma análise e discussão sobre os aspectos mais críticos.

O capítulo sete apresenta as considerações finais e conclusões obtidas após o término deste estudo, além de apontar sugestões para futuros trabalhos.

Capítulo 2

EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS DE DESEMPENHO DO CONCRETO

Todo material está sujeito a uma série de demandas, que justificam seu uso e limitam seu emprego. Isto também é válido no caso do concreto. Entretanto, com a evolução dos valores sociais e das percepções de utilidades, estas demandas tendem a se modificar e ampliar. No caso do concreto, isto vem acontecendo há algum tempo. Hoje o concreto necessita ser mais ecológico, mais econômico, mais durável e mais atraente. Este capítulo discute como a nova demanda, que envolve a cromaticidade deste material, está emergindo e sendo atendida.

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O uso do concreto como material de construção é muito antigo. As antigas civilizações Egípcia e Grega já utilizavam-no na construção de colunas, muitas das quais se mantiveram intactas ao longo dos séculos, atestando a durabilidade deste material [Cleaver].

Os romanos também souberam aproveitar as características do concreto, sendo que, durante o crescimento do Império Romano, muitas obras civis foram construídas com este material. Registros antigos mostram que os mesmos conferiam propriedades pozolânicas de algumas rochas vulcânicas, e elaboravam concretos primitivos a partir da mistura de cal hidráulica com estas rochas moídas [Leonhardt, 1977].

Durante muitos anos a tecnologia do concreto se manteve praticamente inalterada, até que em 1796, o inglês J. Parker patenteou o primeiro cimento industrializado, denominado cimento romano. Mas foi com a invenção do cimento Portland, pelo inglês Joseph Aspdin, no ano de 1824, que se estabeleceram os contornos modernos da tecnologia de produção do concreto.

No século XX o concreto à base de cimento Portland passou a ser o material de construção civil mais utilizado. Dificilmente hoje em dia uma obra civil é concluída sem que este material seja empregado, mesmo que em pequenas quantidades. Até quando outros materiais, como a madeira ou aço, são escolhidos para servir como componentes principais de um projeto, certamente em algum momento o uso do concreto acaba se tornando atraente.

2.2 CARACTERÍSTICAS E DEMANDAS TRADICIONAIS DO CONCRETO

Pode-se dizer que a justificativa para a grande atratividade do concreto como material de construção está correlacionada com certas propriedades específicas do material, tais como a resistência à água, a boa capacidade mecânica, a flexibilidade de uso e formas e o baixo custo de produção. A seguir discute-se cada um destes aspectos.

2.2.1 Baixa Permeabilidade

A resistência à água do concreto está relacionada com sua baixa permeabilidade. Quando corretamente proporcionado e adequadamente fabricado, este material pode ser considerado praticamente como impermeável. Os romanos souberam explorar de forma eficiente esta característica, empregando elementos de concreto na construção de aquedutos e muros de contenção de água [Mehta e Monteiro, 1995].

Hoje em dia são inúmeros os tipos de construções que se beneficiam da capacidade de retenção à água do concreto, tais como os reservatórios das empresas de abastecimento de água, projetados para não necessitarem de sistema de impermeabilização.

2.2.2 Flexibilidade de Moldagem

Dentro das características que tornaram o concreto tão popular como material de construção, possivelmente a que mais se destaca é a facilidade de moldagem deste material. Tanto em pequenas obras como nas mais vultosas, a capacidade criativa dos projetistas é muitas vezes colocada à prova. Para atingir os objetivos estruturais e estéticos dos projetos, muitas vezes surge a necessidade de inovar. Conseqüentemente as construções acabam apresentando peças estruturais de formas variadas, freqüentemente, extremamente complexas. A consistência plástica do concreto fresco possibilita a execução deste tipo de obra, permitindo preencher com facilidade desde pequenos espaços até grandes vãos de vigas.

2.2.3 Desempenho Mecânico

Paralelamente ao aumento do número de pesquisas realizadas na área da tecnologia do concreto, o domínio sobre o comportamento mecânico deste material foi sendo adquirido.

O concreto se mostrou como um material que pode ser ajustado para apresentar características variadas de resistência. Trabalhando com o proporcionamento de seus materiais constituintes pode-se obter grandes variações de resistência e comportamentos diferenciados quanto à deformação. Isto permite ajustar o material para o uso pretendido, otimizando sua relação custo-benefício.

Mecanicamente, o concreto se comporta muito bem à compressão, suportando cargas consideráveis. O problema principal é seu desempenho à tração. Como é um material multifásico, o concreto apresenta pontos fracos na interface entre as fases (pasta de cimento e agregados). Como as dimensões destas zonas de transição são proporcionais às dos agregados, sua influência é mais sentida no entorno dos agregados graúdos.

Para solucionar esta deficiência foi necessário introduzir um elemento resistente à tração que atuasse como reforço da matriz. A técnica mais comum consistiu na introdução de barras de aço, gerando o concreto armado. Cabe ressaltar que a criação do concreto armado fez com que a gama de opções do uso construtivo aumentasse consideravelmente. A união das características de resistência à compressão do concreto com a resistência à tração do aço fez do concreto armado um material de grande potencialidade. Além disto, como é possível

ajustar a posição, quantidade e características do aço, e a resistência da matriz, o concreto armado se tornou um dos materiais mais ajustáveis aos requisitos de engenharia.

2.2.4 Durabilidade

A grande demanda pelo uso do concreto armado gerou questões a serem solucionadas no meio técnico, tanto em relação ao concreto puro e simples, como também ao seu uso combinado com armaduras de aço. Nos primórdios da utilização do concreto como material de construção não se tinha um profundo conhecimento do comportamento mecânico deste material e a preocupação dos engenheiros estava principalmente direcionada à sua capacidade portante. Para compensar a inexperiência com este novo tipo de construção, os projetistas utilizavam altos valores de coeficientes de segurança, originando estruturas muito mais robustas.

Com o desenvolvimento tecnológico, os projetistas aumentaram os conhecimentos adquiridos e passaram a aproveitar melhor as características portantes do concreto armado, criando estruturas muito mais esbeltas que as até então executadas. Em consequência, os coeficientes de segurança foram reduzidos e se passou a requerer da estrutura desempenho muito superior ao anteriormente solicitado.

Com o passar dos anos estas estruturas enxutas começaram a apresentar problemas na integridade física do concreto. Os engenheiros perceberam que o concreto não era um material tão indestrutível quanto imaginavam, principalmente quando ele trabalhava em conjunto com as armaduras de aço. A partir deste momento nasce uma preocupação no meio técnico. Era necessário conhecer o comportamento do concreto armado após a sua execução, principalmente na sua forma de interação com o meio ambiente, identificando os agentes responsáveis pela degradação deste material. A partir disso, muitos estudos sobre a durabilidade do concreto foram e ainda estão sendo desenvolvidos, ampliando o domínio sobre o comportamento deste material.

2.2.5 Demandas emergentes

O concreto também se tornou atrativo para construtores em função de razões econômicas. Seus materiais constituintes, como o cimento e agregados, além de serem facilmente encontrados e disponibilizados no canteiro de obra, possuem um custo relativamente baixo. Além disso, está se buscando produzir concretos cada vez mais ecológicos. Nos últimos anos, a busca pela utilização de materiais alternativos, muitas vezes rejeitados pela indústria, passou a ser alvo de pesquisas em diversos centros tecnológicos. Como, por exemplo, a utilização da cinza de casca de arroz como adição pozolânica. Além do mais, o concreto passou a ser um material reciclável, já que pode ser reutilizado como agregado na produção de um novo concreto.

A necessidade de agregar valor estético ao concreto, possibilitando que o próprio material utilizado na elaboração da estrutura satisfaça todas as necessidades arquitetônicas da obra, também faz parte das novas demandas de desempenho requeridas. Dentro deste conceito, surge a preocupação com a cromaticidade apresentada pelos concretos e o controle desta característica passa a ser fundamental.

2.3 A COR COMO PARÂMETRO DE CONTROLE DO CONCRETO

Muitos avanços tecnológicos ocorreram ao longo dos anos, e a concepção contemporânea do concreto é muito diferente daquela mantida pelos Romanos. Em particular, sob o ponto de vista estético, apesar de todos os avanços ocorridos na área da tecnologia do concreto, este material tão difundido ainda é censurado como pouco atrativo pela arquitetura moderna. Por estar associado a uma aparência insípida derivada de sua cor acinzentada, arquitetos relutam em aceitá-lo como objeto de criatividade em seus projetos, optando, na grande maioria das vezes, por outros tipos de materiais de revestimento [Pomeroy, 1990].

Segundo Coelho [2003], acrescentar cor às estruturas cinzentas do concreto é uma maneira de tirar-lhes a monotonia, dar-lhes calor e alegria. De fato, desde os tempos antigos os projetistas utilizavam a cor como elemento essencial para conferir às suas criações um valor estético especial. Exemplo disto são as construções do Palácio de Knossos, da Catedral de Santa Sofia, de Nôtre Dame de Paris ou da Mesquita de Córdoba. Seguindo este conceito, vem crescendo a demanda por um concreto que possa apresentar o mesmo desempenho dos concretos

convencionais, mas que, paralelamente, satisfaça as necessidades estéticas, apresentando características diferenciadas de cromaticidade.

Cabe ressaltar que a história do concreto cromático ou colorido não é recente, tendo seu início na década de 20. Conforme menciona Coelho [2003], a empresa G. & T. Ltda, de Hull, na Inglaterra, produziu em 1920, pela primeira vez, um cimento colorido. Nesta mesma época, a empresa Art Pavements & Decorations, de Camden Town, começou a inserir cor em peças pré-moldadas de concreto.

Admite-se que a primeira obra em concreto colorido tenha ocorrido no ano de 1928, com a construção da fábrica de cigarros “The Carreras Black Cat” [Coelho, 2003]. Para fabricar o concreto desta obra foi utilizada uma mistura de cimento Portland com areia colorida de tons ocres, proveniente da África do Sul, o que permitiu produzir concretos de tonalidades amareladas. Apesar do sucesso e repercussão desta construção, outros projetos não seguiram seu exemplo e foi apenas na década de 80 que o concreto colorido voltou a ser utilizado nos Estados Unidos.

Entretanto, produzir concretos cromáticos, mantendo a durabilidade e o desempenho mecânico apresentado pelos concretos convencionais, não é uma tarefa tão simples e necessita processos de fabricação e controles de qualidades diferenciados. A seguir serão discutidos alguns aspectos sobre a produção de concretos cromáticos.

2.4 PRODUÇÃO DE CONCRETOS CROMÁTICOS

Os concretos cromáticos podem ser produzidos de três formas: pintando a superfície do concreto depois de endurecido; incorporando pigmentos dentro da mistura; ou simplesmente pela seleção de agregados miúdos e graúdos e cimentos com cores especiais, obtendo desta forma colorações derivadas da sua cor natural [Henao Celedón e Avendaño, 1999].

A pintura da superfície de concreto, em relação às demais opções de fabricação de concreto colorido, com certeza é a menos atraente. A pintura, além de estar revestindo e modificando a textura e aparência natural do concreto, possui uma vida útil que pode ser muito inferior à do material que está cobrindo, necessitando de um maior número de intervenções para manutenção durante a vida útil da estrutura. Ao escolher o sistema de coloração do concreto

aparente é necessário equacionar todos os custos que estarão envolvidos no processo, principalmente aqueles que não serão imediatos.

Em relação à utilização de pigmentos na mistura, surge a necessidade de adicionar um novo elemento constituinte, que normalmente tem um custo elevado, e que demanda ajustes no processo de produção, para permitir sua adequada dispersão. Apesar destas dificuldades, o uso de pigmentos tem aumentado, pois eles permitem uma liberdade cromática maior. Na Europa, 50% da produção de óxido de ferro já é utilizada para colorir concreto. A realidade no Brasil é bem diferente. A destinação de óxidos de ferro para pigmentação do concreto ainda está engatinhando, representando apenas 5% do total [Mawakdiye, 1998].

Através da adição de pigmentos na mistura de concreto pode-se elaborar concretos cromáticos com qualquer tipo de cimento e agregados. Entretanto, os cimentos Portland convencionais se caracterizam por tonalidades escuras e são incapazes de produzir concretos de cores claras. Além do mais, as cores dos concretos produzidos com este tipo de cimento não serão fiéis às cores dos pigmentos acrescentados, pois sofrerão forte influência da cor cinza do cimento.

A melhor reprodução das cores dos pigmentos é alcançada utilizando o cimento Portland branco estrutural nas misturas de concreto. Este tipo de cimento ainda permite a produção de concretos de cores brancas, sem que nenhum tipo de pigmento seja adicionado.

Esta opção de manipular os elementos constituintes, buscando “engenheirar” (compor) a cor do concreto, é naturalmente a mais atraente, pois dispensa a utilização de outros elementos. É necessário, entretanto, investigar qual a envoltória de cor que pode ser produzida apenas através de variações no proporcionamento dos materiais tradicionalmente empregados na fabricação do concreto. A parte experimental da presente pesquisa se enquadra nesta categoria.

2.5 UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS CROMÁTICOS

Segundo estimativa do engenheiro civil e consultor Hans Bucher, mencionado por Mawakdiye [1998], menos de 1% da produção total de concreto no Brasil, algo em torno de doze milhões de metros cúbicos por ano, é cromática. De acordo com este engenheiro o brasileiro tem preferência pelo cimento cinza e a cor não é muito valorizada. Já na Europa, pode-se encontrar obras com concreto colorido em quase toda parte.

Na opinião do autor, a utilização, por arquitetos e engenheiros, de concreto aparente na totalidade cinza-escuro, não deve ser considerada como uma decisão puramente de preferência estética. Os projetistas brasileiros são criativos e inovadores, e gostam de conceber projetos que gerem impacto na sociedade. A escolha do concreto tradicional em detrimento a uma obra mais artística proporcionada pelo controle da cor deve ser encarada pela soma de diversos fatores, onde um dos pontos mais críticos está centrado no custo.

O custo de uma obra realizada em concreto colorido pode superar em 30% o valor de uma obra em concreto tradicional [Mawakdiye, 1998]. Isto não se deve apenas ao custo do pigmento acrescido na mistura de concreto. Diversos outros fatores de tecnologia de produção deverão ter um controle muito mais rigoroso, já que nestas situações o aspecto colorimétrico torna-se tão importante quanto à resistência e durabilidade do concreto.

No Brasil, a utilização de concreto colorido já está fortalecida no ramo de peças pré-fabricadas. Pode-se dizer que os pavimentos intertravados de concreto cromático, denominados “*pavers*”, foram os primeiros elementos a ganharem força neste ramo. Diversas praças e estacionamentos foram construídos com este material, já que o sistema de colocação destes elementos permite que o projetista brinque com as formas e desenhos.

A execução dos pisos coloridos não se restringe apenas aos executados com elementos pré-fabricados de concreto. Pisos industriais de alta resistência ao tráfego de pedestres e de automóveis leves e pesados estão sendo executados com concreto moldado “*in loco*”. Um exemplo disto é o calçadão da cidade de Ribeirão Preto. A área do centro, no eixo da Praça 15 de Novembro, tem grande importância histórica, sendo inclusive tombada pelo CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo. A reforma do calçadão teve início em 2002 e o projeto contempla um pavimento de concreto armado colorido e acabamento decorativo. Com esta escolha, o projetista assegurou as características técnicas de resistência sem sacrificar o desejo do cliente em obter um ambiente mais limpo, colorido e agradável [Tecnologia do Concreto Armado, 2002].

Já em relação às estruturas em concreto armado, tais como edificações, pontes, viadutos, etc. o Brasil ainda comporta-se de forma muito tímida. Uma das obras mais recentes que utilizou concreto colorido foi o edifício e-Tower na cidade de São Paulo. Esta obra utilizou pigmento de óxidos de ferro na mistura, fornecendo uma tonalidade avermelhada ao concreto dos

pilares. Cabe ressaltar ainda, que a decisão, neste projeto, pelo uso de cor no concreto não se deveu ao apelo estético. A obra foi projetada com concretos de altíssimas resistências, além de utilizar valores de resistência característica, f_{ck} , diferenciados ao longo dos elementos. Adicionando pigmento no concreto que seria utilizado nos elementos estruturalmente mais importantes, garantiu-se o controle tecnológico do concreto, evitando, desta forma, equívocos de concretagem. O interessante é que ao depararem com um resultado final interessante sob o ponto de vista estético ficou definido que estes pilares manteriam a superfície do concreto aparente.



(a)



(b)

Figura 2.1 – (a) Pilar em concreto vermelho do Edifício e-Tower/SP [Fonte: Apresentação Concreto Colloquia 2003]; (b) Concreto utilizado em pilares do Edifício e-Tower/SP [Fonte: site: www.costoweb.com.py].

No panorama internacional, uma das mais recentes obras de significância em concreto cromático com adição de pigmentos foi a construção da nova catedral de Los Angeles [Figura 2.2], realizada com adição de metacaulim e de um pigmento ocre [Selna e Monteiro, 2001]. Mas dentro da categoria dos concretos cromáticos, são as obras em “concreto branco” que mais tem se destacado. O número de obras com este tipo de concreto têm aumentado de forma significativa nos últimos anos, e a cada vez mais projetos começam a ser realizados no mundo inteiro.



Figura 2.2 – Catedral da arquidiocese de Los Angeles – EUA [Fonte: Selna e Monteiro, 2001]

Recentemente, em Roma, na Itália, foi inaugurada a igreja “*Dives in Misericordia*” [Figura 2.3], obra totalmente construída com painéis pré-fabricados em concreto branco. Nesta obra, a tecnologia da produção de cimento branco foi superada. Em uma parceria entre a empresa produtora do cimento utilizado, com o departamento de química da Universidade de Ferrara, foi desenvolvido um cimento branco com componentes capazes de fotossintetizar a matéria orgânica presente na atmosfera, impedindo sua aderência na superfície do concreto. Este processo manterá adequada a aparência do concreto branco por um período de tempo muito superior. [Italcementi, 2003]



Figura 2.3 – Igreja “Dives in Misericórdia” – Roma [Fonte: www.infobuild.it].

Já em Barcelona, a construção da igreja “*Sagrada Família*” [Figura 2.4], obra do reconhecido arquiteto Antoni Gaudí, também está utilizando a tecnologia do concreto branco. As 44 colunas que irão suportar as “Torres dos Apóstolos” estão sendo produzidas com este tipo de concreto, atingindo resistências de até 80MPa. O uso do concreto branco garantiu a realização

deste projeto sem que a aparência final arquitetônica fosse desviada da intenção original do arquiteto, que iniciou a construção com pedras naturais. [Bettor MBT, 2000].



(a)



(b)

Figura 2.4 – (a) Ambiente interno da “Sagrada Família” – Barcelona (b) Detalhe de uma das colunas [Fonte: banco de dados Camargo Corrêa].

Ainda no quadro internacional, cabe citar a construção do novo terminal do aeroporto de Sondika, na Espanha, denominado de “*La Paloma*” [Figura 2.5]. Neste projeto, que teve a assinatura do arquiteto Santiago Calatrava, uma área de 42.828 m² foi totalmente construída utilizando a tecnologia do concreto branco [San Martin, 2000].



Figura 2.5 – “La Paloma” - Novo terminal do aeroporto de Sondika/ES
[Fonte:www.arcspace.com].

O primeiro projeto que utilizou concreto à base cimento branco no Brasil foi o Edifício Flexotronics [Figura 2.6], construído na cidade de Sorocoba, no estado de São Paulo. Nesta obra o concreto branco foi utilizado na forma de painéis pré-moldados [Kirchheim, 2003].



Figura 2.6 – Edifício Flexotronics – Sorocoba/SP [Fonte: Kirchheim, 2003].

Diversas obras de pequeno porte, construídas em concreto branco, surgiram no Brasil nos últimos anos. Entretanto, a primeira obra de grande impacto para o país está sendo a construção do “Museu Iberê Camargo” [Figura 2.7]. O projeto tem a assinatura do arquiteto Álvaro Siza, e vêm reafirmar a preferência do projetista por este tipo de material. A execução desta obra reuniu esforços de grandes empresas produtoras de cimento, construtoras e centros de pesquisas científicas. Esta união tem o objetivo de garantir que 2500m³ de concreto à base de cimento branco, que estão sendo moldados “*in loco*”, sejam produzidos com sucesso, tornando a obra uma referência mundial da arquitetura em concreto branco.



(a)



(b)

Figura 2.7 – (a) Projeto Museu Iberê Camargo; (b) Vista aérea do andamento da obra [Fonte: Banco de dados Camargo Corrêa].

De acordo com a PCA – Associação de cimentos Portland, o concreto branco pode oferecer outras vantagens, além dos propósitos estéticos. A alta reflectância apresentada por este material pode ser útil até mesmo na redução de custos de energia elétrica. Como, por exemplo, a sua utilização em pisos de ambientes internos de edificações, reduzindo o grau necessário de iluminação artificial. Além disso, o concreto branco transfere um aspecto de higiene para indústrias de alimentos, frigoríficos e até mesmo em hospitais.

A garantia de maior segurança em vias públicas e auto-estradas também pode ser obtida com a utilização de concreto branco. Na cidade de Chicago, nos Estados Unidos, o Departamento de Transportes decidiu utilizar meio-fios produzidos em concreto branco em um trecho da Avenida Norte. A cor branca do concreto proporciona melhor visibilidade na demarcação, chamando a atenção dos pedestres e motoristas e facilitando o fluxo do trânsito. Além do mais, os meio-fios em concreto branco requerem menores custos de manutenção, tornando ainda mais atrativa sua utilização [Portland Cement Association, 2002].

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, contextualizou-se os novos requisitos de desempenho que estão emergindo para o concreto e a necessidade de enquadrá-lo não só como material de construção e sim como elemento artístico dentro do projeto. Ainda, foi possível demonstrar a demanda por esta nova característica e o futuro potencial na utilização de concretos cromáticos. No capítulo 3 pode-se encontrar uma revisão bibliográfica sobre os cuidados necessários para a produção de concretos cromáticos, dando ênfase aos produzidos com cimento Portland branco.

Capítulo 3

CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO CONCRETO BRANCO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Conforme salientado no Capítulo 2, o número de obras executadas em concreto cromático, principalmente em concreto branco, vem crescendo significativamente, marcando uma nova tendência de utilização do concreto, que se destaca pela valorização de seu aspecto estético, com especial atenção sendo dada às questões cromáticas. O aumento de obras desta natureza tem ocorrido tanto no âmbito mundial como também no nacional e está intimamente relacionado com o investimento realizado pelos fabricantes de cimento na produção de cimento branco estrutural.

Neste capítulo serão apresentadas algumas características referentes à tecnologia de produção do concreto branco. Inicia-se com uma análise dos materiais constituintes, discutindo como os mesmos devem ser adaptados para produzir o cimento branco. Prossegue-se com a análise dos processos tecnológicos de execução, proteção e manutenção mais adequados para este novo material.

3.2 MATERIAIS CONSTITUINTES

Segundo Nero e Nunes [1999], a prescrição ou adoção de concreto branco normalmente está associada a três objetivos fundamentais:

- satisfação de um sentido plástico ou estético;
- eliminação de revestimento e;
- garantia de durabilidade.

Embora estes requisitos possam ser considerados atributos fundamentais de um concreto aparente de boa qualidade, a experiência internacional revela que o seu atendimento só se torna possível através da adoção de um sistema de controle de execução bastante qualificado, que considere um conjunto diversificado de fatores.

Como lembra Petrucci [1987], a qualidade de um concreto dependerá das características dos materiais escolhidos para sua produção e do cuidado em sua execução. A produção de um concreto que apresente boa qualidade tanto no estado fresco como no estado endurecido dependerá, portanto, fundamentalmente, da correta escolha e proporcionamento de seus materiais constituintes e do emprego de técnicas adequadas para a mistura, compactação e cura.

De acordo com a *PCA – Portland Cement Association*, as misturas de concreto cromático, especialmente o concreto branco, devem considerar o efeito de todos os componentes na composição da cor final. Entre os fatores que podem alterar a cor podem ser destacados o tipo e cor do cimento; o tipo e dosagem do pigmento; tipo, graduação, cor e limpeza dos agregados graúdos e miúdos e tipo e dosagem de adições. Carvalho e Calavera [2002] afirmam que quando são conhecidos os fatores que afetam a cor final do concreto, é possível obter, com maior facilidade, projetos duradouros e de boa qualidade.

A escolha dos materiais a utilizar dependerá das condições que são requeridas para o concreto, bem como da disponibilidade e viabilidade econômica deste material. O objetivo é definir estratégias para, conhecendo as características dos materiais e sua influência na mistura de concreto, elaborar um proporcionamento adequado, que satisfaça as condições pré-determinadas de desempenho.

É importante salientar que, feita a seleção dos materiais constituintes do concreto cromático, não se deve permitir a substituição do tipo ou da fonte do agregado nem modificar seu proporcionamento após a obra ser iniciada. O desrespeito a esta recomendação poderá levar a problemas de homogeneidade da cor final do concreto [BCA, 2000].

A seguir são discutidos os principais componentes de um concreto branco, analisando sua influência na produção e cromaticidade do mesmo.

3.2.1 Cimento Portland Branco

A cor do cimento depende das matérias primas utilizadas e do processo de produção [PCA, 1999]. As cores do cimento podem variar largamente, com graduações mais claras ou escuras de cinza [Hamad, 1995].

De acordo com a NBR 12989 - Cimento Portland Branco [ABNT, 1993], definimos os cimentos Portland brancos como aglomerantes hidráulicos constituídos de clínquer Portland branco, uma ou mais formas de sulfato de cálcio e adições. Segundo esta mesma norma os cimentos brancos podem ser subdivididos em dois tipos: cimento Portland branco estrutural e não estrutural.

Os cimentos Portland brancos estruturais enquadram-se nas classes 25, 32 e 40 e podem ser utilizados na execução de concreto estrutural, ao contrário dos cimentos brancos não-estruturais, que não possuem indicação de classe, e são utilizados para revestimentos ou outros usos complementares.

Cabe ressaltar que os diferentes tipos de cimentos apresentam variações de tonalidade e que sua substituição ao longo da obra poderá ocasionar variações na cor do concreto [Henao Celedón e Avendano, 1999]. Suárez [2002] adverte que até cimentos de mesmo tipo podem variar sua cor de acordo com lotes de produção. Desta forma, qualquer mudança do tipo do cimento e do lote de fabricação deve ser cuidadosamente avaliada.

Fabricação

Para a fabricação do cimento Portland branco utilizam-se matérias primas contendo muito pouco óxido de ferro (menos do que 0,3% da massa do clínquer) e óxido de manganês.

Geralmente se usa como matéria prima o caulim, juntamente com giz e calcário, livres de impurezas específicas [Neville, 1997]. Mehta e Monteiro [1994] salientam que, quando a quantidade total de ferro no clínquer corresponde a menos de 0,5% de Fe_2O_3 , e o ferro é mantido no estado reduzido de Fe^{2+} , o clínquer resultante é branco.

Não é apenas a presença de ferro na matéria prima que pode prejudicar a brancura do cimento produzido. Pallás [2002] ressalta que óxidos de cromo e magnésio transferem coloração para o produto final e que os efeitos destes elementos são muito mais fortes do que os provocados pela presença de ferro.

No forno o combustível utilizado deve ser óleo ou gás. Desta forma permite-se que o produto fique livre de contaminação pelas cinzas de carvão [Neville, 1997] [Hamad, 1995]. Como o ferro age como um fundente na clinquerização, a sua ausência acarreta a necessidade de se elevar as temperaturas de fundição acima dos 1500°C . Para evitar este gasto energético adicional, que pode ter reflexos econômicos importantes, muitas vezes se adiciona criolita (fluoreto de sódio e alumínio) como um fundente alternativo. [Hamad, 1995] [Neville, 1997] [Pállas, 2002]

A contaminação durante a moagem também deve ser evitada. Por esse motivo, em lugar das bolas de aço dos moinhos comuns, usa-se seixo, material não tão eficiente, ou bolas de níquel e molibdênio, mais caras, em moinhos que apresentem revestimentos de pedra ou cerâmica [Neville, 1997] [Hamad, 1995].

Características Físicas, Químicas e Mecânicas

Quanto às características físicas, existem duas diferenças básicas entre o cimento branco e os cimentos tradicionais, que são inclusive relacionadas entre si: finura e início de pega. Como a brancura de um material tende a aumentar com o aumento da superfície específica [Izaguirre, 1975] [Pállas, 2002], os cimentos brancos são, em geral, moídos mais finamente que os cimentos convencionais. Conseqüentemente, os mesmos se tornam mais reativos em contato com a água [Fonseca e Nunes, 1995].

A questão da reatividade é agravada pelo tipo de gesso utilizado na produção do cimento branco. O gesso utilizado, para ser mais branco, quase sempre é empregado na forma desidratada. Nesta condição sua eficiência como regulador de pega é inferior. [Fonseca e Nunes, 1995]

Em relação às características químicas, Neville [1997] apresenta os teores típicos de compostos presentes num cimento Portland branco, mas salienta que a relação entre os teores de C_3S e C_2S pode variar muito, justamente para tentar controlar a reatividade deste tipo de cimento, visto que estes compostos se hidratam a velocidades diferentes [Tabela 3.1].

Tabela 3.1 – Composição típica de cimentos Portland brancos [Neville, 1997]

Composto	Teor (%)
C_3S	51
C_2S	26
C_3A	11
C_4AF	1
SO_3	2.6
Alcalis	0,26

A tentativa de reduzir a velocidade de hidratação, reduzindo o teor de C_3S , decorre da preocupação com o calor de hidratação gerado nas primeiras idades, e com a conseqüente possibilidade de fissuração. A velocidade de desprendimento de calor, bem como o calor total gerado, dependem do teor de compostos do cimento. Ao reduzir as proporções dos compostos que reagem mais rapidamente (C_3S e C_3A), busca-se minimizar a quantidade inicial de calor de hidratação do concreto. [Neville, 1997]

A finura do cimento também tem influência sobre a velocidade de desprendimento de calor, pois partículas mais finas reagem mais rapidamente, aumentando, portanto, o desprendimento de calor [Neville, 1997].

Unindo os fatos que o cimento branco possui teores muito superiores de C_3S , e que é constituído por partículas muito mais finas, se comparado com outros tipos de cimento, é esperado que concretos produzidos com este tipo de cimento apresentem tempos mais curtos para o início de pega. Desta forma, concretagens de elementos estruturais de grandes dimensões, em concreto branco, necessitam ser muito bem controladas, pois tendem a desenvolver picos de temperatura maiores, em virtude do elevado calor de hidratação nas baixas idades.

Por outro lado, sendo o cimento branco constituído por partículas de menores dimensões, a quantidade de água necessária para a aquisição de uma determinada trabalhabilidade em concretos é superior. Caso não sejam tomadas medidas compensatórias, isto poderá acarretar

um aumento da porosidade e da retração plástica nos concretos produzidos com este cimento [Fonseca e Nunes, 1995].

Já no que se refere às características mecânicas, o cimento branco apresenta comportamento mecânico similar ao de seus homólogos cinzentos. Hamad [1995] apresenta um estudo comparativo entre cimento cinza e cimento branco, demonstrando que cimentos brancos não apresentam resistências inferiores ao seu similar cinza. Ao contrário, seus resultados apresentaram valores superiores de resistência à compressão, quando comparados aos concretos produzidos com cimento cinza.

Cabe ressaltar que Baroni [2003], em pesquisa recente, diagnosticou um comportamento quanto ao desenvolvimento de flechas ao longo do tempo mais intenso em vigas de concreto branco do que em vigas de concreto cinza, levantando a hipótese de que o concreto à base de cimento branco e agregado convencional apresenta um comportamento diferenciado quanto à deformação lenta. Embora estes dados necessitem de confirmação, suscitam dúvidas quanto à possibilidade de que o módulo de deformação deste material seja afetado pelas mudanças em sua composição química e em sua velocidade de hidratação.

3.2.2 Agregados

Os agregados ocupam, normalmente, mais da metade do volume do concreto. É natural que os mesmos influenciem diretamente seu comportamento. A natureza do agregado e sua granulometria são as características que mais afetam a mistura de concreto. A relação entre o agregado e a qualidade do concreto pode ser percebida tanto no estado fresco da mistura, como também após seu endurecimento.

Segundo Neville [1997], a rocha-mãe do agregado é responsável pela composição química e mineralógica, características petrográficas, densidade de massa, dureza, resistência, estabilidade química e física, estrutura de poros e cor. Já outras características, como forma e tamanho de partículas, textura superficial e demanda de água, não estão relacionadas à rocha de origem, e sim a outros processos e condições a que o material foi exposto ou submetido durante sua trajetória até a obra.

De acordo com Mehta e Monteiro [1994], as características dos agregados que são importantes para a tecnologia do concreto incluem a porosidade, a absorção de água, a

resistência à compressão, o módulo de elasticidade, a composição granulométrica, a forma e a textura superficial das partículas e os tipos de substâncias deletérias eventualmente presentes. Conforme a discussão travada no Capítulo 2, começa a se tornar necessário acrescentar a cor como parâmetro de qualidade dos concretos. Da mesma forma, a escolha do tipo mais adequado de agregado para produção de concreto cromático, principalmente o concreto branco, torna-se também um parâmetro de controle. Este pode ser um fator de produção fundamental, ao contrário do que acontece nos concretos comuns acinzentados, onde o critério de seleção de agregados não inclui a análise ou seleção colorimétrica do material.

A Associação de Cimento Portland [Portland Cement Association, 2002] afirma que agregados especiais não são indispensáveis para a produção de concretos brancos, mas ressalta que materiais de cores claras são os preferenciais. Outros autores, como Suárez [2002], recomendam que os agregados apresentem coloração branca.

Os agregados miúdos têm grande influência, quando a cor está em julgamento. Estas frações granulométricas acabam agindo como um corante, pintando a mistura de concreto com sua cor característica. Segundo a BETOCIB (associação dedicada ao desenvolvimento da arquitetura em concreto branco na França), a fração miúda tem uma influência determinante na cor final do concreto. A mesma recomenda que se tenha especial atenção com a regularidade e limpeza destes agregados.

Conforme Fonseca e Nunes [1995] e Krasowsky [1997], o agregado graúdo tem um papel menos relevante, pois normalmente não é visível na superfície do material e tem pouca influência sobre a cor, se não estiver contaminado de material pulverulento. Pode-se, portanto, teoricamente, admitir o uso de agregados graúdos com cores mais escuras. Contudo, o autor ressalta que a tonalidade destes materiais tem de ser considerada ao se dimensionar o teor de argamassa do concreto, pois a tonalidade final da superfície poderá ser afetada pelos sombreados provocados pelo uso de um agregado graúdo de cores fortes. Kresser [1982] e Szadkowski [1987, apud Helene e Galante, 1999] ressaltam que um teor de argamassa elevado garante que os concretos cromáticos apresentem uma tonalidade mais homogênea.

É importante ressaltar, que tanto a adoção de procedimentos para retirada de materiais pulverulentos quanto a necessidade de um teor de argamassa mais elevado influenciam no custo final do concreto. Desta forma agregados graúdos de cores mais claras poderão apresentar vantagens econômicas em relação aos demais.

Os agregados graúdos comumente utilizados no Estado do Rio Grande do Sul são de origem basáltica ou granítica. Como agregado miúdo emprega-se areia média, sendo a mesma, na região de Porto Alegre, proveniente do Rio Jacuí ou arredores. Estes materiais já são consagrados e garante um excelente comportamento das misturas de concreto tanto no estado fresco, como no endurecido.

Estes agregados tradicionais, entretanto, tem tonalidades escuras, e podem conter bastante material pulverulento ou contaminação por argila. Portanto, a sua utilização para produção de concreto branco pode vir a se tornar discutível, o que demanda a realização de estudos mais aprofundados quanto à sua influência na composição cromática, aspecto que se constitui em um dos objetivos deste trabalho.

Com o intuito de atender a demanda de cor, pode-se ampliar o leque de opções de material a serem considerados como agregados potenciais na mistura de concreto. A opção por agregados mais claros acaba tornando mais fácil o controle da aparência superficial de estruturas realizadas com concreto branco. Dentro deste panorama é que se encaixam, como opções de uso, os agregados provenientes das rochas calcárias.

Os calcários são rochas classificadas como sedimentares, que acabam sendo formadas pela deposição de material. Estas rochas carbonáceas apresentam grande variabilidade, podendo variar desde o calcário puro, consistindo no mineral calcita, até o dolomito puro, consistindo no mineral dolomita [Mehta e Monteiro, 1994].

Diferentemente do que ocorre com rochas ígneas (basaltos e granitos), os agregados produzidos de sedimentos estratificados podem variar amplamente em suas características, tais como forma, textura, porosidade, resistência e sanidade. De acordo com Mehta e Monteiro [1995], isto ocorre porque existe uma grande variabilidade nas condições em que estas rochas são consolidadas. Quando formadas sob pressão relativamente baixa, estas rochas tendem a ser porosas e fracas. Já quando formadas sob alta pressão, apresentam-se densas e resistentes.

Quando agregados não tradicionais são considerados para utilização no concreto, o comportamento da mistura pode se alterar. A primeira grande diferença está relacionada com a forma e textura superficial dos grãos. Quando passamos a utilizar, na mistura de concreto, agregados artificiais, principalmente para a fração fina, acabamos afetando a trabalhabilidade e a compacidade do concreto. Isto ocorre porque as formas mais irregulares dos agregados

artificiais dificultam sua movimentação e empacotamento no concreto fresco. Por isso, de acordo com Neville [1997], as partículas angulosas exigem mais água para uma mesma trabalhabilidade. Com o acréscimo da quantidade de água, torna-se necessário aumentar a quantidade de pasta da mistura, ou então recorrer ao uso de aditivos superplastificantes para manter a mesma resistência.

Mehta e Monteiro [1994] consideram que a forma e textura superficial das partículas influenciam mais as propriedades do concreto no estado fresco, tais como a trabalhabilidade, do que no estado endurecido.

Neville [1997], entretanto, demonstra, com dados de Shergold, que existe uma relação entre a porcentagem de vazios e, conseqüentemente, de forma simplificada, a resistência e a forma das partículas. As amostras de estudo utilizadas para estabelecimento desta relação consistiam em misturas de dois agregados, um anguloso e outro arredondado, em proporções variáveis. Observa-se, na figura 3.1, que a porcentagem de vazios decresce quando se aumenta a proporção de agregado arredondado, verificando-se a influência dos agregados artificiais na compactidade do concreto. Conseqüentemente, a resistência do concreto também é afetada, já que a mesma está associada à densidade do material.

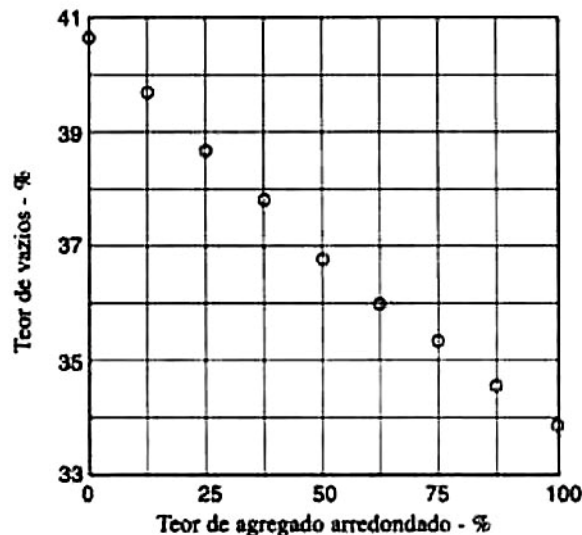


Figura 3.1 – Influência da angulosidade do agregado sobre a porosidade [Neville, 1997]

Outro ponto importante a ser considerado é a influência que o aumento de vazios tem sobre a zona de transição do concreto. Conforme Mehta e Monteiro [1994], a causa da adesão entre os produtos de hidratação e as partículas de agregado são as forças de Van der Waals. Portanto, a

resistência da zona de transição, em qualquer ponto, depende do volume e do tamanho dos vazios presentes. Se a resistência da zona de transição do concreto for reduzida pelo aumento do volume de vazios, a quantidade de microfissuração desta zona também será superior, e prejudicará a resistência final deste material.

3.2.3 Adições Minerais

O uso de certas adições nas misturas de concreto é comprovadamente favorável para o desenvolvimento da resistência e melhoria da durabilidade. Para compensar alguns tipos de problemas que podem ocorrer em concretos brancos, devido às características do cimento branco e do tipo de agregado utilizado, o uso de algum tipo de adições torna-se necessário neste tipo de concreto.

Diversos tipos de adições podem ser incorporados ao concreto. Dentre elas se destacam os fileres, a cinza volante, a sílica ativa e, mais recentemente, o metacaulim. No caso de concretos brancos o cuidado mais evidente que se deve ter com o emprego de adições está relacionado à sua cor, já que a fração fina presente na mistura terá forte influência na coloração final do concreto [Fonseca e Nunes, 1995], [Krasowsky, 1997], [BETOCIB, 2000].

Filer

Os fileres são materiais finamente moídos, que apresentam aproximadamente a mesma finura do cimento Portland. Este tipo de adição é geralmente inerte, mas possui um efeito físico muito importante. Ao preencher os vazios deixados pelos agregados e, eventualmente, gerar mais pontos de nucleação, estes materiais têm efeito benéfico sobre várias propriedades do concreto, tais como a trabalhabilidade, a densidade, a permeabilidade, a capilaridade ou a tendência à fissuração [Neville, 1997].

A tonalidade do filer influencia consideravelmente a tonalidade dos concretos brancos, como pode ser confirmado nos dados da tabela 3.2. Isto se dá pela ocorrência do efeito parede, ou seja, pelo mecanismo no qual a argamassa da mistura concentra-se na superfície e os finos acabam definindo a aparência superficial do material.

Tabela 3.2 - Variação do Índice de Reflectância [Adaptado de Nunes e Fonseca, 1995]

Concreto com dosagem de 380 kg/m ³ de cimento Br I 42.5	
Fôrmas de Compensado	
Mesma dosagem de filer	
Tipo de Filer	Índice de Reflectância
Calcário	73
Silicoso	78
Mármore	82

Cinza Volante

A cinza volante é um dos tipos de adição mais utilizadas em misturas de concreto. A maioria dos cimentos Portland brasileiros se caracteriza pela adição deste material. As cinzas volantes são partículas finas coletadas pelos sistemas antipó das usinas de energia que queimam carvão. Sua composição química e granulométrica varia conforme o sistema de produção [Aïtcin, 2000].

A adição de cinza volante na mistura pode alterar a cor do concreto, pois o conteúdo de carvão torna o concreto mais escuro [Neville 1997] [Krasowsky, 1997]. De acordo com as especificações da norma inglesa BS EM 206-1BS 8500 [BCA, 2000], não é permitido o uso de cinza volante, nem de cimentos contendo este material, na produção de concretos cromáticos. A justificativa encontra-se na grande variabilidade das cores obtidas, pois os produtores não conseguem garantir a homogeneidade das mesmas.

Sílica Ativa

Segundo Mehta e Monteiro [1994], a sílica ativa é um subproduto de fornos das indústrias de silício metálico e ligas de ferro-silício. A redução de quartzo a silício, em temperaturas de até 2000°C, produz vapor de SiO, que oxida e condensa, em zonas de baixa temperatura, formando a sílica não cristalina.

A sílica ativa é denominada de diversas formas, dentre elas: sílica condensada, sílica volatilizada, e fumo de sílica, sendo esta última forma a mais utilizada na bibliografia internacional. No Brasil, está se consolidando o uso da nomenclatura sílica ativa.

As propriedades do concreto no estado fresco e endurecido são modificadas com a utilização da sílica ativa. O seu efeito de microfíler e seu caráter pozolânico provocam mudanças significativas na microestrutura e nas propriedades macroscópicas do concreto [Vieira, 1996]. De acordo com o comitê 226 do ACI (1987), a granulometria da sílica ativa está distribuída em tamanhos de partículas inferiores a $1\mu\text{m}$, com diâmetro médio da ordem de $0,1\mu\text{m}$. Como o diâmetro médio das partículas de cimento é 100 vezes maior, então a sílica ativa acaba completando a granulometria dos materiais utilizados na produção do concreto e tornando este material muito mais compacto. Este papel físico que a sílica ativa exerce é muito mais amplo do que os dos fileres, já que o pequeno tamanho das suas partículas gera uma maior aceleração nas reações de hidratação do cimento [Neville, 1997].

A adição de sílica ativa exerce um papel mais efetivo que os fileres na pasta do concreto, também porque age de forma química, reagindo com o Hidróxido de Cálcio (CaOH_2) e formando silicato de cálcio hidratado (C-S-H). A substituição do Hidróxido de Cálcio por C-S-H secundário tem grande importância técnica, pois estes cristais grandes e de baixa resistência acabam por se constituir na fase mais fraca da matriz.

A tonalidade da sílica ativa varia do cinza claro ao escuro e está relacionada com o teor de carbono. Quanto maior a quantidade de carbono, mais escura será a cor [Silveira et al., 1987, apud Vieira, 1996]. Por este motivo o uso de adições de sílica ativa em concretos brancos deve ser muito bem planejado, já que a cor cinza deste material poderá afetar negativamente no resultado final.

Metacaulim

O metacaulim é um produto derivado da calcinação de argilas e é constituído principalmente por compostos à base de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), em fase amorfa. Da mesma forma que a sílica ativa, o metacaulim tem caráter pozolânico, isto é, reage com o hidróxido de cálcio formado na hidratação dos compostos de cimento, gerando C-S-H secundário. Além disto, dependendo da granulometria obtida no processo de moagem, tem efeito filer, preenchendo os espaços vazios na pasta de cimento.

Existem duas formas para a utilização de argilas como matéria prima para produção do metacaulim. A primeira é a calcinação da argila caulínica em temperaturas que variam entre 500°C e 800°C com posterior moagem do material. O processo de moagem pode conduzir à redução da granulometria para partículas inferiores a $5\mu\text{m}$, garantindo a reatividade do

metacaulim [Souza e Dal Molin, 2002]. Todavia, a utilização deste material como adição em concretos cromáticos merece cuidados especiais, já que a sua tonalidade é caracterizada por um rosa intenso, podendo vir a prejudicar a cor requerida para o concreto.

A segunda forma para obtenção do metacaulim é a utilização do rejeito da indústria do papel, que também sofrerá processo de calcinação e moagem. O uso desta matéria prima, além dos possíveis benefícios da excelente atividade pozolânica, ainda apresenta certas vantagens ecológicas por dar uma solução para a utilização dos resíduos da fabricação do papel [Souza e Dal Molin, 2002]. Além do mais, o uso deste tipo de metacaulim como adição em concretos cromáticos, torna-se mais atraente sob o ponto de vista colorimétrico, já que este material apresenta tonalidade extremamente clara.

3.2.4 Aditivos

O uso de aditivos na fabricação de concretos já é amplamente difundido no meio técnico. Nos dias atuais uma grande parte dos concretos são produzidos utilizando algum tipo de aditivo, tal como um plastificante, um superplastificante ou até mesmo um incorporador de ar.

O uso habitual de aditivos na construção civil deve-se fundamentalmente ao grande crescimento tecnológico obtido na área química. Segundo Mehta e Monteiro [1994], o entendimento de que as propriedades do concreto, tanto no estado fresco como no endurecido, podem ser modificadas pela adição de certas substâncias químicas, pode ser considerado como responsável pelo enorme crescimento da indústria de aditivos durante os últimos 40 anos.

Os aditivos desempenham um papel fundamental na qualidade do concreto cromático, em especial no caso do concreto branco [Nero e Nunes, 1999]. Dadas às características específicas do cimento branco, e o eventual emprego de agregados artificiais, questões já discutidas anteriormente, a trabalhabilidade de um concreto branco tende a ser menor que a de concretos cinza de mesma relação a/c. Para garantir uma consistência fluída ao concreto fresco, que permita um adequado lançamento do mesmo, torna-se praticamente obrigatório o uso de aditivos. Segundo Fonseca e Nunes [1995], para manter a trabalhabilidade por tempo suficiente para a aplicação em obra e de forma a obter um concreto compacto com baixas

relações água/cimento, as dosagens de aditivos requeridas serão normalmente superiores às normalmente empregadas em concretos cinzas.

Os aditivos são geralmente classificados pela função que exercem no concreto [Neville, 1997]. A NBR 11768 – Aditivos para concreto de cimento Portland fixa as condições exigíveis dos materiais a serem utilizados como aditivos para concreto de cimento Portland, e os classifica de acordo como segue:

- tipo P – aditivo plastificante;
- tipo R – aditivo retardador;
- tipo A – aditivo acelerador;
- tipo PR – aditivo plastificante retardador;
- tipo PA – aditivo plastificante acelerador;
- tipo IAR – incorporador de ar;
- tipo SP – aditivo superplastificante
- tipo SPR – aditivo superplastificante retardador;
- tipo SPA – aditivo superplastificante acelerador.

O problema, de acordo com Mehta e Monteiro [1994], é que existe uma ampla variação quanto à composição química dos aditivos, e muitos desempenham mais de uma função, tornando difícil muitas vezes classificá-los adequadamente.

O tipo de aditivo mais utilizado, no caso dos concretos brancos, é o superplastificante. Estes aditivos redutores de água agem com mais intensidade que os plastificantes [Neville, 1997] e são capazes de reduzir o teor de água três a quatro vezes mais, em um dado traço de concreto, que aditivos redutores de água normais [Mehta e Monteiro, 1994]

Conforme a *MBT - Master Builders Technologies*, empresa fabricante de aditivos, os superplastificantes mais tradicionais, a base de melamina ou naftaleno, reduzem de 12% a 30% da água adicionada no concreto. Já os superplastificantes mais novos, à base de policarboxilatos, apresentam taxas de redução da água de amassamento superiores a 40%.

Dada sua maior eficiência, este é normalmente o tipo de superplastificante empregado na fabricação do concreto branco. Além do mais, a recomendação de utilização de relações água/cimento inferiores a 0.42, faz com que as dosagens sejam mais elevadas, entre 1 e 2% [Nero e Nunes, 1999].

Fonseca e Nunes [1995] e Krasowsky [1997] salientam que os aditivos utilizados para a fabricação de concreto branco devem ser cuidadosamente avaliados, para não afetarem negativamente a cor. Desta forma, os aditivos à base de carboxilatos ou melamínicos, que são normalmente líquidos de cor clara, são mais adequados que os superplastificantes à base de naftaleno sulfonado, que tendem a ser mais escuros. Para orientar a seleção do aditivo, Celedón e Avendaño [1999] recomendam a realização de ensaios específicos, para verificar quaisquer possíveis efeitos na cor final do concreto.

3.3 EXECUÇÃO

3.3.1 Fôrmas

Um aspecto importante em relação à durabilidade do concreto é sua textura superficial. Quanto mais contínua, isto é, menos porosa, for a superfície de um concreto, tanto mais protegido à penetração de agentes agressivos ele será. Esta superfície é determinada por imposição das formas e do adensamento do material. [Ramos, 1991]

Segundo Nero e Nunes [1999], o desenvolvimento dos sistemas de fôrmas e dos materiais para atingir o efeito esperado consiste num tema vital para o concreto branco e ainda há muito a ser pesquisado nesta área.

O sistema de fôrmas se configura em um verdadeiro negativo da superfície do concreto, e imperfeições na sua superfície acabam marcando definitivamente as peças em concreto aparente. Os cuidados na execução do concreto branco são vitais para que se obtenha um bom resultado. Segundo Fonseca e Nunes [1995], é necessário condicionar a concepção e aplicação do sistema de fôrmas, o esquema de lançamento e compactação do concreto, a desmoldagem e a cura.

De acordo com Bucher [1989], citado por Ramos [1991], para a função estrutural do molde, a madeira e o aço continuam sendo os materiais mais econômicos, enquanto que, para a função

matricial, existe uma grande quantidade de materiais disponíveis, dentre os quais pode-se citar as madeiras naturais, as madeiras industrializadas, as chapas laminadas de metal, as chapas de poliéster reforçadas com fibra de vidro, os polímeros termoplásticos (tais como o cloreto de polivinila, polietileno ou poliestireno de alta densidade), a borracha natural, os elastômeros (silicones, polimetanos, polisulfetos), as placas leves (de poliestireno expandido ou espuma de poliuretano), os materiais fibrosos (cimento amianto, tecidos impregnados ou materiais à base de fibras naturais) e o próprio concreto endurecido.

No entanto, o material utilizado para a produção das fôrmas terá grande influência no aspecto final da superfície de concreto. A tabela 3.3 mostra uma comparação do efeito de formas de diferentes materiais sobre a cor do concreto branco endurecido.

Tabela 3.3 - Comparação de cor obtida através do uso de fôrmas de metal e compensado
[Adaptado de Fonseca e Nunes, 1995].

Betão B35/15 Fluído		
Filer de mármore e dosagem de 400 Kg/m ³ de cimento Br 142 5		
Tipo de Fôrma	Índice de Reflectância	Índice de Brancura
Metálica	77	53
Contraplacado	84	69

A escolha do tipo de fôrma a utilizar dependerá essencialmente do tipo de peças a serem moldadas e do tipo de acabamento pretendido. No caso de concreto aparente é fundamental assegurar a qualidade das superfícies e, portanto, deve-se ter grande rigor na definição da montagem e na vedação das ligações entre painéis das juntas, de modo a evitar perda de nata de cimento. Nero e Nunes [1999], salientam a eventual necessidade da utilização de mastiques, silicones e juntas de borracha.

3.3.2 Desmoldantes

Depois de um criterioso processo de seleção e proporcionamento de materiais para um controle da cor do concreto, uma escolha não adequada do desmoldante pode vir a prejudicar toda a superfície das peças estruturais de concreto branco aparente.

Segundo Nero e Nunes [1999], no concreto aparente, e em especial no concreto branco, não é possível recorrer aos óleos habituais de desmoldagem, sob pena de surgirem manchas de gordura. Os produtos normalmente indicados são à base de parafina incolor, devendo ser aplicados com o auxílio de pistolas de pintura, de modo a formar uma película muito fina e contínua, completamente imperceptível na superfície do molde. Os desmoldantes a base de silicone também são alternativas interessantes para utilização na produção de concretos brancos.

A seleção de desmoldante deve levar em conta o material das fôrmas, já que cada produto é desenvolvido para ser aplicado sobre superfícies específicas. Na obra do aeroporto de Sondika, Espanha, [San Martin, 2000], foram utilizadas fôrmas metálicas, que após jateamento com areia, receberam um tratamento epoxídico. Contrariando o recomendado por autores como Nero e Nunes [1999] e Fonseca e Nunes [1995], o desmoldante utilizado caracterizou-se por um produto à base de azeites vegetais emulsionado em água, apresentando resultado satisfatório no que se refere à aparência superficial.

3.3.3 Mistura e Lançamento

Além da adequada definição do traço, da cuidadosa seleção de materiais e do controle na relação água/cimento, é fundamental controlar os processos de mistura e lançamento para garantir o sucesso final de uma obra de concreto branco.

Os traços em concreto branco são caracterizados por uma grande sensibilidade ao processo de mistura, já que são produzidos com relações água/cimento muito reduzidas, e apresentam uma maior quantidade de frações granulométricas muito finas. Por este motivo, é recomendado que sejam realizados estudos prévios quanto à ordem de mistura dos materiais constituintes do concreto, principalmente quanto ao momento de adição do aditivo. Na grande maioria dos casos, o aditivo deve ser inserido logo após o cimento, mantendo a mistura por tempo suficiente até que o aditivo atinja sua máxima eficiência.

Além disto, o processo de vibração pode influenciar a homogeneidade da cor do concreto branco. Quanto maior a relação água/cimento, mais forte é a tonalidade da cor do material. Por isso, a excessiva vibração poderá formar, nas regiões de juntas de concretagens, faixas mais escuras do que o restante do material. O planejamento do processo de concretagens,

fazendo com que as camadas sejam concretadas de forma linear, suaviza as diferenças de tonalidade.

3.3.4 Cura

Para Carvalho e Calavera [2002], a cura adequada do concreto é outro fator importante para obtenção de concretos cromáticos de excelente qualidade. Diversas irregularidades na tonalidade do concreto podem ser originadas por variações no processo de cura, sendo dois os fatores principais responsáveis para estas ocorrências. Em primeiro lugar, a água utilizada pode evaporar muito rapidamente durante a cura ou então condensar na superfície do concreto. Este processo pode causar uma eflorescência com um ligeiro tom azulado. Além do mais, a temperatura e a quantidade de água presente durante a cura afetam o tamanho dos cristais de silicato de cálcio hidratado formados e, portanto, modificam a tonalidade das pastas de cimento endurecida. [Helene e Galante, 1999]

Uma alternativa para realização de uma adequada cura em concretos brancos é a utilização de compostos de cura. Estes produtos evitam a perda prematura de água de hidratação do cimento, mantendo sua ação durante cerca de trinta dias após sua aplicação. Após este período, esta película impermeável é destruída por foto-oxidação. Este processo de cura permite que a cor dos concretos cromáticos se mantenha homogênea [San Martin, 2000]. Cabe salientar que este procedimento para realização da cura dos concretos é menos eficiente que a utilização de água.

3.4 PROTEÇÃO E MANUTENÇÃO

Todo material exposto à ação ambiental sofre um processo de envelhecimento natural. A partir do momento em que uma obra em concreto aparente é finalizada, esta construção passa a interagir com o meio em que está inserida. A forma com que está sendo utilizada e as condições de exposição às intempéries, determinam como a estrutura como um todo se modifica ao longo do tempo.

Portanto, depois de todos os cuidados na confecção do concreto, é necessário adotar

estratégias para a aparência superficial dos concretos cromáticos se mantenha ao longo do tempo. Para tanto, cuidados especiais devem ser dispensados à escolha do sistema de proteção e ao estabelecimento de uma política de manutenção.

3.4.1 Sistemas de Proteção

Mesmo quando todos os cuidados são tomados para fabricação do concreto, este material não está completamente livre de processos de deterioração. O concreto, dadas suas características de porosidade e textura superficial, é vulnerável à fixação de partículas e de desenvolvimento de fungos e mofo. Além disso, a água, potencializa diversos mecanismos de degradação, como lixiviação dos compostos. [Ramos, 1991].

Já é de conhecimento geral que o grande causador das manifestações patológicas nos materiais de construção são os mecanismos de transporte de água. Inúmeros são os problemas causados pela presença de água nas estruturas. Diversos autores como Cânovas [1988], Helene e Pereira [2003] e Thomaz [1989], entre outros, relatam com detalhes estes problemas, que nesta pesquisa não serão novamente abordados.

Sendo a cor do concreto branco um aspecto fundamental para sua qualidade estética, a ocorrência de qualquer manifestação patológica, mesmo o simples aparecimento de fungos e mofo, gera um impacto negativo. No caso de processos de deterioração mais complexos, como a corrosão de armaduras, mesmo depois do problema ser sanado, as conseqüências para o aspecto visual da estrutura podem ser de grande importância.

A partir disto pode-se presumir que, nas superfícies das estruturas de concreto branco, a utilização de sistemas de proteção torna-se quase uma obrigação, já que o controle estético nestas estruturas é fundamental, para manter as virtudes iniciais do projeto. Os tipos de sistemas de proteção mais adequados para este tipo de obra são aqueles que alteram menos intensamente a superfície do concreto. Dentro dos sistemas existentes, os que melhor se enquadram nestas características são os hidrofugantes de superfície ou as películas impermeabilizantes [Lima, 1994]

Os sistemas impermeabilizantes funcionam como protetores por barreiras, formando um filme aderente à superfície. Este tipo de sistema de proteção torna a superfície totalmente impermeável, não permitindo nem mesmo a passagem de vapores de água. A formulação

destes produtos pode ser de diferentes tipos: vernizes acrílicos, base água, base solvente, verniz epóxi e verniz poliuretano. [Lima, 1994]

Alguns cuidados devem ser considerados na escolha deste tipo de sistema de proteção. Segundo Lima [1994], os vernizes acrílicos base solvente, quando não aplicados com o primer adequado, escurecem a superfície, por serem incompatíveis com a alcalinidade do concreto. Outro fator a ser considerado é a exposição solar, pois os vernizes epoxídicos reagem aos raios ultravioletas, desenvolvendo um processo de calcinação.

Os sistemas hidrofugantes são baseados em silicões ou similares e tornam-se atraentes para o uso em superfícies porosas e que não possam ser visualmente alteradas, por serem sistemas incolores e sem brilho [Lima, 1994]. Os hidrofugantes podem ser divididos em 5 grupos químicos: silicatos, metil siliconados, silanos, siloxanos e, ainda, misturas destes compostos [Batista, 1998].

Os silicatos são mais utilizados como endurecedores e agentes de cura, não sendo muito eficientes como hidrorrepelentes para paredes externas. Os metil siliconatos são soluções alcalinas que reagem com os materiais à base de sílica, em presença de dióxido de carbono, formando uma superfície hidrorrepelente. Porém, como estas reações são muito lentas, acabam produzindo características insuficientes de hidrorrepelência [Batista, 1998].

Os hidrorrepelentes mais eficazes são os silanos, os siloxanos ou, ainda, as misturas de dois compostos. Quimicamente os silanos são conhecidos como “*alkilalkoxisilanos*” ou “*alkiltrialkoxisilanos*”, e os siloxanos como “*alkilalkoxisiloxanos*” ou “*silsesquioxanos*” e ambos são incolores. Estes dois componentes adentram eficientemente no substrato, reagindo quimicamente com a sílica ou alumina. Ambos se diferenciam apenas pela estrutura molecular, sendo a dos silanos menor que a dos siloxanos [Batista, 1998].

A eficiência dos silanos e siloxanos depende do seu conteúdo de sólidos, que pode variar de 5 a 40%. Quando mais porosa for a superfície a ser protegida, maior será a quantidade de sólidos necessários para obter sucesso na hidrorrepelência.

De acordo com Lima [1994], existem ainda sistemas duplos de proteção, que combinam aplicação de produtos hidrófugos, como primer, seguido de películas impermeabilizantes como material de acabamento. Este tipo de sistema é bem-sucedido em países europeus e no Brasil.

O estudo neste trabalho se limitará à análise dos sistemas de proteção para concreto branco decorrentes da aplicação de um tipo de impermeabilizantes e um tipo de hidrofugantes, sendo avaliado seu desempenho ao longo de um período de 90 dias. Como discutido no capítulo 5, embora limitado, devido às limitações naturais de um trabalho de mestrado, este período de tempo permitiu identificar tendências de comportamento. Os corpos de prova serão mantidos em exposição para outros estudos.

3.4.2 Manutenção

De acordo com Nero e Nunes [1999], a eliminação de revestimento e a garantia de durabilidade fazem parte dos objetivos fundamentais para adoção de concretos brancos. O termo durabilidade, mencionado por estes autores, não está apenas relacionado com a capacidade resistente da estrutura, mas também com a manutenção da sua estética ao longo do tempo. A escolha do concreto branco como elemento arquitetônico perde o sentido no momento em que, para executar a manutenção da estrutura, existe a necessidade de se optar por algum tipo de revestimento adicional, que altere sua cor ou aparência superficial.

Dentro deste paradigma, os procedimentos de manutenção previstos para paramentos de concreto branco normalmente se restringem a limpezas periódicas, constituídas basicamente de lavagens realizadas com água pressurizada, além do uso de algum tipo de substância saponácea adequada, sendo respeitados os prazos recomendados pelos fabricantes para as intervenções. É interessante realizar estes procedimentos de manutenção em períodos de tempos não tão espaçados, de forma a não permitir que a estrutura atinja um estado crítico.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi elaborada uma revisão bibliográfica geral dos principais elementos da tecnologia da produção de concreto branco. Foram, também, analisados os principais fatores responsáveis pela cor e aparência superficial final dos concretos e a forma como manipulá-los para atingir sucesso nesta nova tecnologia. No capítulo 4 será realizada uma revisão bibliográfica sobre os principais fundamentos de colorimetria, conhecimentos necessários para dar suporte à realização da análise cromática dos concretos.

Capítulo 4

FUNDAMENTOS DE COLORIMETRIA

A emergência do concreto branco ou colorido como elemento ativo na concepção do projeto arquitetônico insere considerações estéticas que até então não eram relevantes nas obras convencionais. Sob esta perspectiva, o controle colorimétrico das misturas de concreto torna-se fundamental, e surge a necessidade de analisar as questões relativas à cor e à aparência do concreto, conjuntamente com os demais fatores de desempenho tradicionalmente considerados, o que traz reflexos para o desenvolvimento e estudo da tecnologia do concreto.

Para que seja possível analisar o comportamento colorimétrico do concreto branco é necessário ter um conhecimento adequado da variável de controle, que neste caso é a cor. Sendo assim, neste capítulo serão apresentados os fundamentos que regem a colorimetria, ou seja, a medição da cor.

4.1 PERCEPÇÃO DA COR

A cor pode ser definida como uma sensação provocada pelos estímulos recebidos por meio de nossos olhos, quando da observação de um objeto colorido. Esta sensação envolve aspectos físicos, fisiológicos e psicológicos e é definida como um fenômeno psicobiofísico [Petter e Gliese, 2003].

A luz visível faz parte de uma pequena seção do espectro de radiação eletromagnética, localizada entre os comprimentos de onda de 380nm e 780nm, que pode ser percebida pelo

olho humano porque as radiações nesta faixa de comprimentos são capazes de estimular a retina.

A retina é uma membrana sensível à luz, situada no fundo dos olhos, sendo este o local onde a imagem se forma. Esta membrana possui células fotossensíveis que convertem a energia luminosa em sinais elétricos, que são transferidos para o cérebro pelo nervo ótico [Petter e Gliese, 2003].

A retina possui dois tipos de sensores, os cones e os bastonetes. Os bastonetes são sensores responsáveis pela visão noturna, isto é, pela percepção do claro e escuro na carência de luminosidade. Já os cones são células fotorreceptoras sensíveis às três cores primárias; vermelho, azul e verde. Através da mistura de quantidades diversas destas três cores pode-se produzir qualquer sensação de cor para o olho humano [Minolta, 1998]. A CIE (Comissão Internacional de Iluminação) iniciou, nas primeiras décadas do século passado, estudos para estabelecer um método de identificação de cor baseado nesta lógica [Garcia, 2000].

Cabe salientar que a percepção visual de uma cor vai estar condicionada por quatro fatores: a fonte de luz, o observador, o objeto e o modo como estes estarão dispostos no espaço. Logo, qualquer sistema que pretenda definir a cor de um objeto deverá, necessariamente, considerar todos estes fatores e estabelecer padrões de comparação que os levem em conta. A seguir discute-se a influência de cada um deles.

4.1.1 Observador

Garcia [2000] relata que os primeiros trabalhos sobre as especificidades da percepção de cor por indivíduos foram realizados por Wright e Guild no início do século XX. Estes estudos foram direcionados para a definição de um observador padrão que representasse a visão normal da cor da média da população humana. A pesquisa baseou-se na possibilidade de definir a cor através de estímulos primários, levando em conta que um observador pode sentir qualquer estímulo de cor, desde que seus cones sejam expostos a combinações adequadas de radiações referentes aos comprimentos de onda associados às cores vermelho, azul e verde.

De forma resumida, pode-se dizer que a pesquisa desenvolvida por Wright e Guild selecionou um conjunto de pessoas, que através de um instrumento óptico, eram colocadas para visualizar um campo dividido em duas partes. Uma luz, de cor determinada, iluminava uma

das partes do campo visual. Na outra metade, o observador deveria igualar a cor/luz visualizada misturando as três cores primárias. Os valores médios necessários para ajustar a cor gerada pelos observadores ao estímulo ficaram conhecidos como “*Valores Tristímulus*”.

Em 1931 a CIE determinou as funções $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ e $\bar{z}(\lambda)$, que modelam as combinações de cor ajustadas para um observador padrão. Assim, $\bar{x}(\lambda)$ apresenta uma alta sensibilidade na região de comprimentos de onda correspondente ao vermelho, $\bar{y}(\lambda)$ apresenta uma alta sensibilidade na região de comprimentos de onda correspondente ao verde e $\bar{z}(\lambda)$ apresenta uma alta sensibilidade na região de comprimentos de onda correspondente ao azul [Figura 4.1].

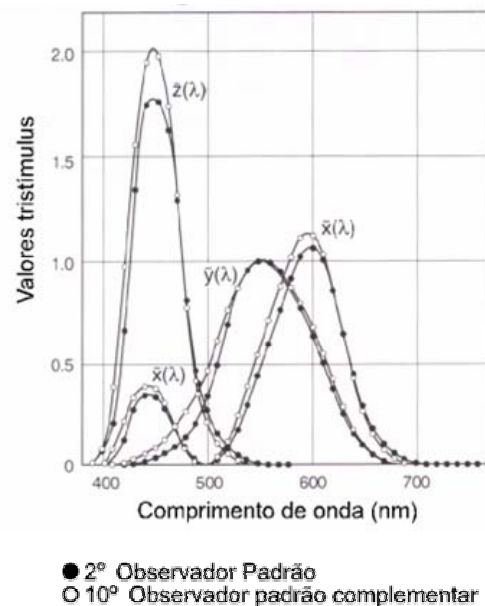


Figura 4.1 - Sensibilidade Espectral correspondente ao olho humano [Adaptado: Minolta, 1998].

O observador padrão de 1931, definido pelo CIE, utilizou um campo de visão de 2°, o qual supunha-se ser o que mais se ajustava ao olho humano. Em 1964, considerando que o campo de visão do olho humano se aproxima mais de 10°, o CIE definiu um Observador Padrão Suplementar [Minolta, 1998]. Na Figura 4.2 é possível compreender a diferença entre o campo de visão de 2° e 10°.

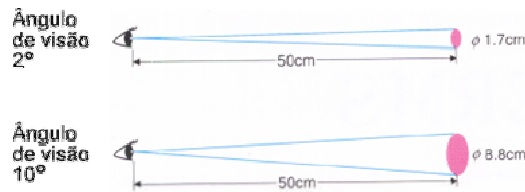


Figura 4.2 – Diferença entre os campos de visão de 2° e 10° definidos pelo CIE
[Adaptado: Minolta, 1998].

As normas espanholas UNE 72-322 “Avaliação da brancura relativa” e UNE 40-080-84 “Determinação de coordenadas cromáticas CIE” recomendam que se expressem os resultados das medidas colorimétricas utilizando o Observador Padrão Suplementar a 10° [Garcia, 2000].

4.1.2 Fontes de Luz

Outro fator importante a ser considerado quando se está avaliando cor é a fonte de luz que está sendo incidida sobre o objeto. A fonte de luz é responsável pela percepção de cor que nossos olhos terão. Ao visualizar o mesmo objeto na luz do dia ou sob a luz de uma lâmpada fluorescente, a sua cor apresentará tonalidades diferenciadas. Para padronizar a representação das cores o CIE determinou diversos padrões de iluminantes. A norma ASTM E308 relaciona estes iluminantes, e aponta, como os mais utilizados, os iluminantes A, C e D_{65} .

Os iluminantes A e C foram definidos pelo CIE em 1931. O primeiro possui uma temperatura de cor de 2.856°K e representa fontes de luz incandescentes. Este tipo de fonte pode ser representada por uma lâmpada de tungstênio de 100W . Já a temperatura de cor do iluminante C é de 6.774°K e possui energia espectral semelhante à luz do dia. O iluminante C pode ser obtido da mesma forma que o A, combinando um filtro líquido especificado, que forneça um fluxo de radiação, com uma temperatura de cor de 6774°K [ASTM E284] [E 308] [Garcia, 2000].

Da mesma forma que o iluminante C, o iluminante D_{65} corresponde à luz do dia e apresenta a mesma temperatura de cor. A diferença é que o segundo inclui os raios UV que também fazem parte da luz do dia. Conforme Garcia [2000] a norma espanhola UNE 40-080-84 recomenda efetuar os cálculos das coordenadas cromáticas utilizando o iluminante D_{65} .

4.1.3 Geometria de Medição

A forma com que é distribuído no espaço o objeto e a fonte de luz que o está iluminando altera a percepção que se tem de sua cor. Desta forma, é necessário padronizar a geometria de exposição para a realização de medições cromáticas. A geometria ótica é representada pelo ângulo em que o feixe de luz provindo da fonte atinge a amostra, e pelo ângulo em que a luz refletida pela amostra atinge o receptor.

Os principais tipos de sistemas óticos são os Sistemas de Iluminação Unidirecional e o Sistema de Esferas Integradoras de Iluminação Difusa. O Sistema de Iluminação Unidirecional fornece iluminação de uma única direção. Este sistema apresenta duas geometrias, a $45^\circ/0^\circ$ e a $0^\circ/45^\circ$. Com a geometria $45^\circ/0^\circ$ a amostra recebe iluminação em um ângulo de $45^\circ \pm 2^\circ$ em relação a normal, e a luz é detectada a $0^\circ \pm 10^\circ$. O sistema $0^\circ/45^\circ$ inverte a geometria, incidindo luz sobre a amostra a $0^\circ \pm 10^\circ$ e detectando a luz refletida a $45^\circ \pm 2^\circ$ [Figura 4.3].



Figura 4.3 – Opções de geometria dos sistemas de iluminação unidirecional – (a) $45/0$; (b) $0/45$ [Adaptado: Minolta, 1998].

Ao contrário do que ocorre na situação acima, no Sistema de Esferas Integradoras a luz é emitida em uma direção e se espalha por toda esfera, formando uma iluminação difusa. Para tanto é utilizada uma esfera, coberta na superfície interna por um material branco, que permite que a luz, quando emitida, reflita-se em todas as direções e torne-se difusa. Dentro deste sistema encontram-se quatro geometrias distintas; $d/0$ SCE (componente especular exclusiva) e SCI (componente especular inclusa) e $0/d$ SCE e SCI. [Figura 4.4]

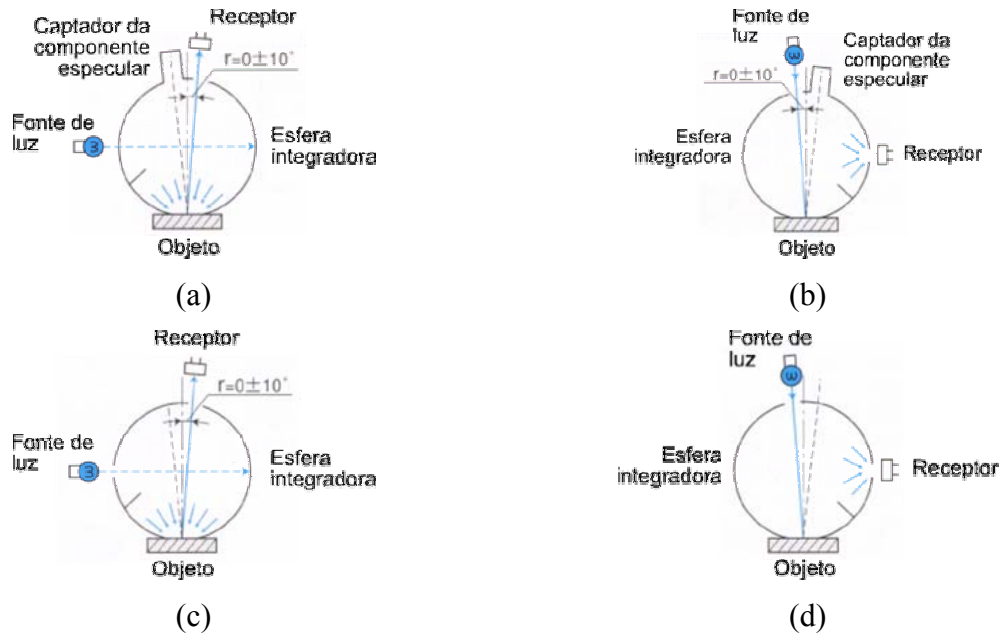


Figura 4.4 – Opções de geometria do sistema de esferas integradoras de iluminação difusa – (a) d/0 SCE; (b) 0/d SCE; (c) d/0 SCI e (d) 0/d SCI [Adaptado: Minolta, 1998].

A diferença nestas medidas se origina no fato de que, quando uma luz atinge um objeto, ele reflete esta luz em várias direções. A luz refletida no ângulo oposto à luz emitida é chamada de luz especular refletida. Em superfícies brilhosas, a componente especular é muito mais intensa que as refletidas nas outras direções. Já nas superfícies opacas esta parcela é mais fraca que as demais. Para medir a cor dos objetos com a mesma percepção do olho humano, a reflectância especular deverá ser excluída [Minolta, 1998].

4.2 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICAS

Ao longo dos anos diversos métodos para avaliação de cor foram inventados. Todos estes métodos tiveram a intenção de quantificar e expressar numericamente a cor, para tornar a comunicação na linguagem das cores mais fácil e mais correta.

Em 1905 o artista americano A. H. Munsell inventou um método para expressar a cor através de um grande número de cartões de papel coloridos, classificados de acordo com sua tonalidade (Munsell Hue), sua reflectância (Munsell Value) e sua saturação (Munsell Chroma). Este método baseou-se na comparação visual com o objeto.

Outros métodos para expressar a cor numericamente foram desenvolvidos por uma organização internacional que trabalha com luz e cor. Esta organização é a CIE, já citada anteriormente. Dentro dos sistemas desenvolvidos por essa comissão, os mais conhecidos são o Espaço de Cor Yxy , desenvolvido a partir dos valores tristímulus XYZ ; e o Espaço de Cor $L^*a^*b^*$, também conhecido como CIELAB, desenvolvido para garantir mais uniformidade na representação de cor, e tornar as diferenças numéricas na escala de cor mais equivalentes às diferenças na percepção visual.

4.2.1 Sistema XYZ

O sistema de coordenadas colorimétrica XYZ foi definido pelo CIE em 1931. O cálculo destas coordenadas, como se pode observar nas equações 4.1 a 4.3, é baseado nas funções tristímulus $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ e $\bar{z}(\lambda)$ e na reflectância espectral do objeto $R(\lambda)$ [ASTM E 308-96]. Para normalizar o sistema de tal forma que um objeto idealmente branco, isto é, que apresente 100% de reflectância em todos os comprimentos de onda, apresente um valor Y igual a 100, foi definido o parâmetro k [Equação 4.4], que é função da distribuição espectral do iluminante $I(\lambda)$. Este sistema não é mais utilizado nos dias atuais, mas serve como base de cálculo para outros sistemas de coordenadas colorimétricas [Gliese, 2003].

$$X = k \int_{\lambda} R(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Equação 4.1})$$

$$Y = k \int_{\lambda} R(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Equação 4.2})$$

$$Z = k \int_{\lambda} R(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Equação 4.3})$$

$$k = \frac{100}{\int I(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (\text{Equação 4.4})$$

4.2.2 Sistema Yxy

O Espaço de Cor Yxy surgiu a partir de manipulações dos valores tristímulus XYZ . Estes valores são fundamentados na teoria das três componentes da cor visual. Esta teoria, conforme já foi descrita, baseia-se nos três receptores existentes nos olhos humanos, sensíveis as três cores primárias, e admite que a mistura destas cores originam a infinidade de cores existentes. [Minolta, 1998].

Conforme explicado no item 4.1.1, o CIE, em 1931, definiu um observador padrão para ter a combinação das funções $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ e $\bar{z}(\lambda)$. Os valores tristímulus XYZ são calculados usando as funções de cor deste Observador Padrão.

Os valores tristímulus XYZ definem a cor, mas os resultados não são facilmente visualizados. Por este motivo o CIE criou o Espaço de Cor Yxy que representa graficamente a cor em duas dimensões, independente da sua reflectância. Neste espaço Y é definido como a reflectância da amostra e é idêntico ao valor tristímulo Y . Já x e y são coordenadas cromáticas, calculadas a partir dos valores tristímulus XYZ . A figura 4.4 apresenta a representação esquemática deste espaço de cor.

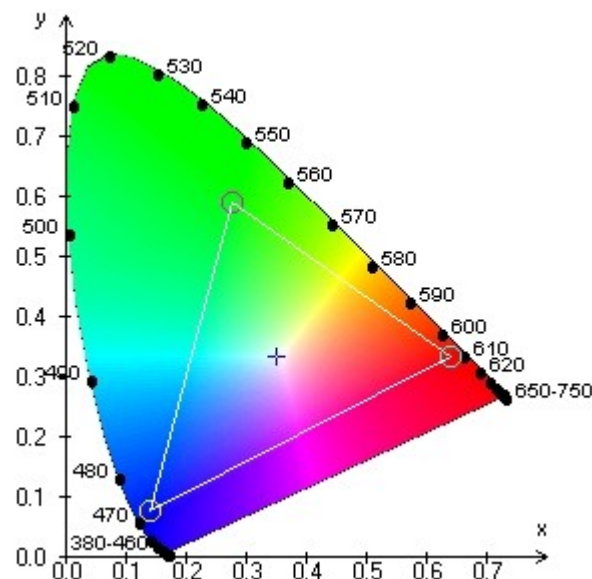


Figura 4.5 - Diagrama Cromático do Sistema Yxy

Neste sistema a percepção e a representação gráfica das coordenadas cromáticas das diferenças de cores não apresentam a mesma resposta. Como a quantificação de diferenças de

cores é o principal interesse de um sistema colorimétrico, o Sistema Yxy acabou sendo substituído [Petter e Gliese, 2003].

4.2.3 Sistema $L^*a^*b^*$

O sistema $L^*a^*b^*$, também conhecido como CIELAB, é atualmente o sistema de representação da cor mais popular, sendo utilizado em diversos campos da ciência.

Este sistema foi criado pelo CIE em 1976 com o objetivo de reduzir um dos maiores problemas do Espaço de Cor Yxy . No sistema anterior a igual distância das coordenadas cromáticas x e y não correspondem a diferenças iguais de percepção de cor.

No sistema $L^*a^*b^*$, o L^* indica a reflectância, enquanto a^* e b^* são coordenadas cromáticas que indicam a intensidade da cor num plano bidimensional. A coordenada a^* , quando varia no sentido positivo (+), indica uma inclinação ao vermelho, enquanto no sentido negativo (-) mostra uma tendência de desvio em direção ao verde. Já a coordenada b^* , no sentido (+) é dirigida ao amarelo, enquanto no sentido negativo (-) vai na direção do azul. Este sistema é representado graficamente por uma esfera sólida, que representa o espaço de cor tridimensional [Figura 4.6].

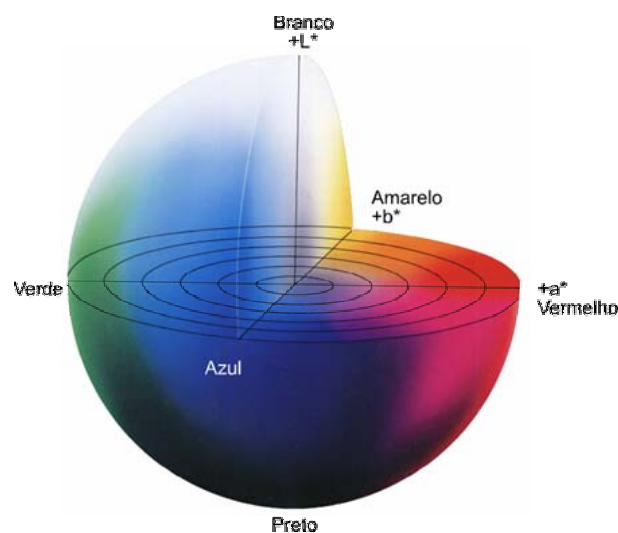


Figura 4.6 - Representação do Sólido de Cor do Espaço $L^*a^*b^*$ [Adaptado: Minolta, 1998].

Da mesma forma que no caso do Espaço de Cor Yxy , todos os parâmetros do CIELAB, são calculados a partir dos valores tristímulus XYZ e das coordenadas do branco padrão sob um determinado iluminante, X_n , Y_n e Z_n [ASTM E 308-96], como segue:

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad (\text{Equação 4.5})$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right] \quad (\text{Equação 4.6})$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \quad (\text{Equação 4.7})$$

Já a diferença de cor, ΔE , pode ser obtida através da equação 4.8, na qual ΔL^* representa a diferença entre o parâmetro L^* em dois pontos, Δa^* a variação do parâmetro a^* , e Δb^* a variação entre o parâmetro b^* [Figura 4.7].

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (\text{Equação 4.8})$$

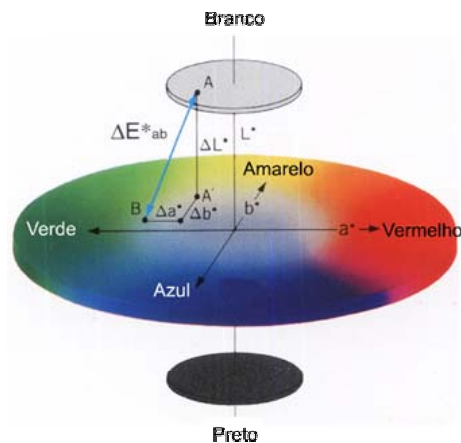


Figura 4.7 – Representação da diferença de cor ΔE [Adaptado: Minolta, 1998].

4.3 ANÁLISE CROMÁTICA DE SUPERFÍCIES BRANCAS

Conforme Gliese [2003], o branco *“pode ser definido como a cor percebida pelo sistema visual humano quando é observado, sob uma iluminação de espectro uniforme, um objeto que apresenta uma reflectância alta e difusa em toda a faixa do visível”*.

Para avaliar a questão do branco, existem vários parâmetros de quantificação da brancura, sendo eles a alvura TAPPI, a brancura ISO, a brancura ASTM, a brancura CIE e o índice de amarelamento [Gliese e Petter, 2001]. Estes parâmetros de avaliação da brancura são intensamente utilizados pela indústria do papel, sendo que, durante muitos anos, foi a brancura TAPPI o mais aceito pelo meio. Atualmente é o parâmetro ISO que tem se destacado na caracterização da brancura.

Conforme Gliese [2003], a alvura TAPPI sempre correspondeu à medida de reflectância de uma amostra no comprimento de onda de 457nm, mas atualmente corresponde a uma ponderação das reflectâncias medidas no intervalo de 400 a 510nm. O processo de cálculo da alvura TAPPI é o mesmo da brancura ISO, tendo como única diferença a necessidade de utilização de equipamento distintos.

4.4 EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÕES COLORIMÉTRICAS

Para medir a cor existem basicamente dois tipos de equipamentos: os colorímetros e os espectrofotômetros. Estes equipamentos possuem algumas diferenças e, para selecionar a opção mais adequada para uma certa necessidade de determinação cromática, é interessante conhecê-las.

Os colorímetros se baseiam no método de medida dos valores tristímulus, e busca interpretar a cor da mesma forma que os olhos humanos. Para tanto, estes equipamentos dispõe de três sensores com a mesma sensibilidade dos olhos, um para cada cor básica. Através das funções $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ e $\bar{z}(\lambda)$ o aparelho compõe a medida dos valores tristímulus XYZ para representação da cor que está sendo medida [Figuras 4.8 e 4.9].



Figura 4.8 - Percepção da Cor pelos olhos humanos [Adaptado: Minolta, 1998].

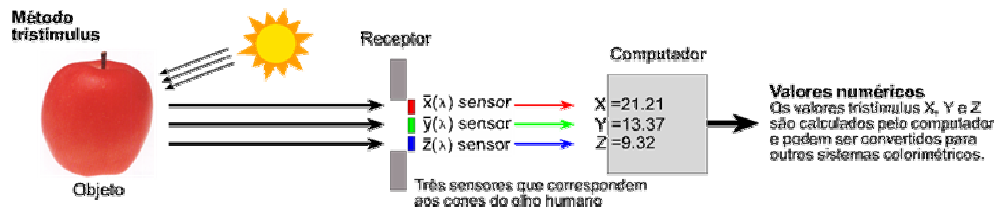


Figura 4.9 – Representação da medição cromática através por equipamentos colorimétricos [Adaptado: Minolta, 1998].

Já os espectrofotômetros apresentam um funcionamento um pouco diferenciado. Nestes, a recepção da luz é feita através de múltiplos sensores, sendo cada um deles sensível a um comprimento de onda particular. Isto permite avaliar todo o espectro de luz visível. Após o registro do espectro completo, o microcomputador do aparelho calcula os valores tristímulo XYZ e converte a medição da cor em qualquer espaço de cor desejado [Figura 4.10]. A vantagem de utilizar o mesmo é que a medida é realizada em cada comprimento de onda, sendo possível obter o gráfico espectral da cor percebida.

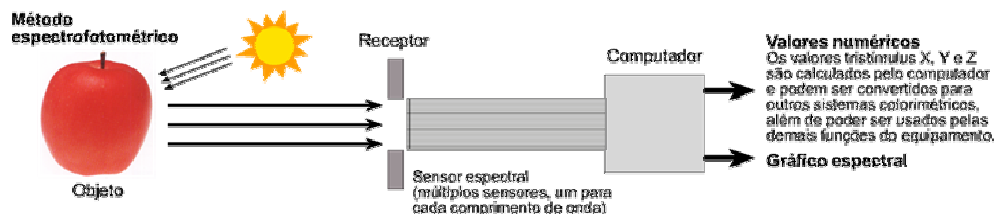


Figura 4.10 – Representação da medição cromática por equipamentos espectrofotométricos [Adaptado: Minolta, 1998]

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados os fundamentos básicos de colorimetria necessários ao desenvolvimento desta pesquisa. Na mesma, o controle colorimétrico dos concretos será realizado através da análise dos parâmetros cromáticos do espaço de cor CIELAB. Paralelamente será avaliado o índice de brancura definido pela norma ISO 2470. O capítulo 5 apresentará o programa experimental definido para este trabalho de mestrado, apresentando e justificando a escolha da matriz experimental, dos ensaios executados e dos procedimentos adotados.

Capítulo 5

PROGRAMA EXPERIMENTAL

Conforme exposto no capítulo 1, a proposta deste trabalho de pesquisa é analisar o comportamento mecânico do concreto branco, através da resistência à compressão e módulo de deformação, além de delinear o comportamento cromático destes concretos e a sua resposta quanto à durabilidade estética mediante exposição à ação ambiental.

Neste capítulo será apresentada a estratégia de pesquisa adotada para este fim, que almejou esclarecer 4 pontos de estudo (resistência mecânica, módulo de deformação, análise estética – colorimétrica e durabilidade estética). Além disto, será detalhado como foi montado o programa experimental e discutidos todos os cuidados levados em conta no momento de sua elaboração e execução.

5.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

A estratégia da pesquisa adotada baseou-se na comparação de resultados experimentais obtidos em concretos à base de cimento branco elaborados com combinações variadas de materiais.

Os objetivos desta estratégia, de acordo com o explicado no capítulo 1, consistiam em coletar dados sobre o comportamento mecânico (através de ensaios de resistência à compressão e módulo de deformação) e cromático (através de leituras nos concretos frescos e endurecidos, com e sem proteção, ao longo do tempo).

Decidiu-se, portanto, que seria interessante trabalhar, neste estudo sobre as características do concreto branco, com as seguintes variáveis:

- Relação água/aglomerante;
- Tipo de agregados;
- Tipo e teor de adições;
- Sistema de proteção;
- Tempo de exposição ambiental.

As três primeiras variáveis listadas acima têm impacto direto no desempenho mecânico dos concretos produzidos. Já em relação à cromaticidade, todas, segundo a revisão bibliográfica, podem ser influentes.

A matriz experimental resultante da adoção desta estratégia de pesquisa pode ser visualizada na tabela 5.1, onde podem ser identificadas todas as combinações entre materiais estudadas. Esta matriz se repete para cada uma das relações água/aglomerante escolhidas. O número de amostras foi definido de tal maneira que permitisse coletar dados sobre a eficiência da adoção de 3 estratégias de proteção (sem sistema de proteção, sistema impermeabilizante e sistema hidrofugante).

Tabela 5.1 – Matriz experimental

Tipo de cimento	Adição	Agregado Graúdo			
		Calcário		Basalto	
Agregado Miúdo					
Calcário		Areia	Calcário	Areia	
Portland branco estrutural	0%	X	X	X	X
	5%	X	X	X	X

As amostras destinadas aos ensaios de resistência mecânica e módulo de deformação não requereram cuidados adicionais aos já normalmente empregados, visto que estes ensaios são freqüentemente realizados e os procedimentos de controle dos mesmos já foram sistematizados. Entretanto, nas amostras destinadas a leituras cromáticas foram adotados cuidados extras para evitar interferência nos resultados por contaminação externa. Atenção

especial foi dada à limpeza das fôrmas, dos equipamentos e, principalmente, ao manuseio das amostras.

A esquematização da pesquisa foi feita em quatro etapas, que podem ser melhor compreendidas através da análise do fluxograma esquemático do programa experimental, mostrado na Figura 5.1.

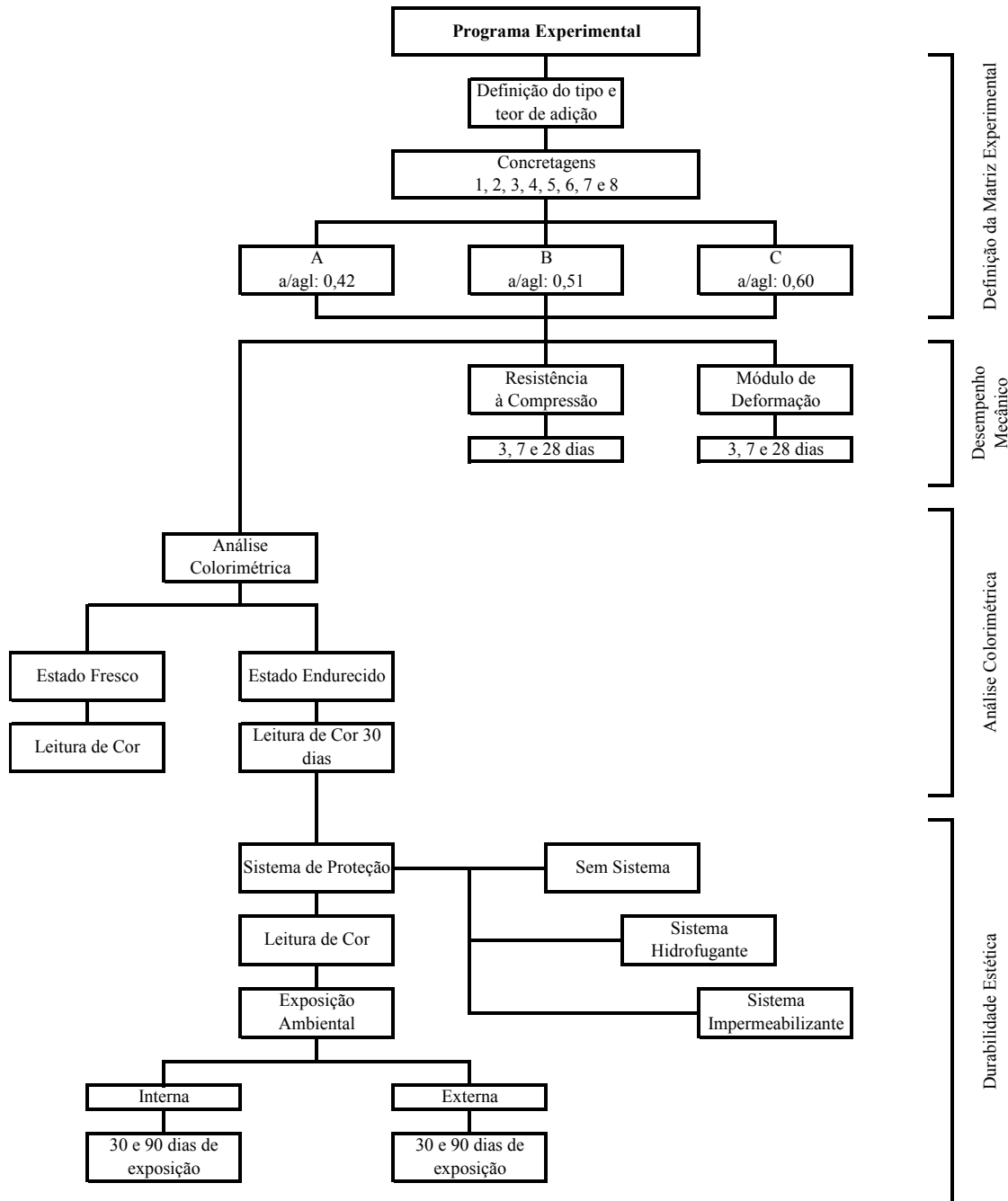


Figura 5.1 – Fluxograma esquemático do programa experimental.

5.2 SELEÇÃO DOS MATERIAIS PARA CONFEÇÃO DAS MISTURAS DE CONCRETO

Nesta pesquisa foram empregados tanto materiais normalmente utilizados em concretos convencionais, quanto materiais de uso excepcional, específicos para produção de concreto branco, não usuais no sul do País. A seguir discute-se cada um deles.

5.2.1 Cimento

O cimento utilizado nesta pesquisa foi um cimento Portland branco estrutural proveniente de uma fonte nacional. Por esta ser uma pesquisa de mestrado, e apresentar um curto período para o seu término, decidiu-se limitar o uso do cimento em apenas um fabricante. Entretanto, adotou-se o cuidado de utilizar cimento do mesmo lote de fabricação, com o intuito de não acrescentar ruído ao estudo.

Conforme descrito no capítulo 3, o cimento branco apresenta algumas diferenças quando comparado com seus homólogos cinzentos. A tabela 5.2 apresenta as características químicas, físicas e mecânicas do cimento utilizado, sendo a caracterização química efetuada pelo Laboratório de Materiais Cerâmicos - LACER/UFRGS e a caracterização física e mecânica fornecida pelo fabricante do cimento utilizado. Observa-se um elevado teor de óxido de cálcio e reduzido teor de óxido de ferro, responsável pela cor acinzentada dos cimentos convencionais.

Tabela 5.2 – Caracterização química, física e mecânica do cimento branco utilizado.

Caracterização Química			Caracterização Física	
Composição		Teor (%)		
Óxido de Cálcio	CaO	68,9567	Finura - 325%	1,82
Dióxido de Silício	SiO ₂	18,4629	Massa Específica (g/cm ³)	3,02
Trióxido de Enxofre	SO ₃	5,1197	Área Específica - Blaine (cm ² /g)	4398
Óxido de Alumínio	Al ₂ O ₃	3,683	Início de Pega	1h 50 min
Óxido de Magnésio	MgO	2,3962	Fim de Pega	2h 30 min
Óxido de Potássio	K ₂ O	0,5277	Caracterização Mecânica	
Óxido de Estrôncio	SrO	0,2521		
Óxido de Sódio	Na ₂ O	0,2146		
Óxido de Ferro	Fe ₂ O ₃	0,1871		
Óxido Fosfórico	P ₂ O ₅	0,1232		
Óxido de Manganês	MnO	0,0423	Resistência à compressão (MPa)	
Cloro	Cl	0,0344	3 dias	7 dias
			30,1	38,02

5.2.2 Agregado Graúdo

Foram escolhidos dois tipos de agregados graúdos artificiais para compor a matriz experimental. Em primeiro lugar decidiu-se optar por um tipo de agregado graúdo que já fosse largamente utilizado no Estado do Rio Grande do Sul. O basalto é a rocha mais abundante no estado, sendo desta forma a mais utilizada como agregado graúdo. Inserir o basalto no estudo se tornou fundamental já que, além de ser o agregado mais tradicional da região, esta rocha também apresenta tonalidade escura, gerando dúvidas quanto à possibilidade de seu uso na produção de concretos brancos. Os ensaios para a caracterização dos agregados seguiram as normas *NBR 7217 – Agregados – Determinação da composição granulométrica* e *NBR 9776 – Agregados: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman* [ABNT, 1987]. A tabela 5.3 apresenta a caracterização do agregado basalto.

Tabela 5.3 – Caracterização do basalto

Abertura peneira (mm)	19	12,5	9,5	6,3	4,8	< 4,8
% Retida média	2,3	54,3	29,8	11,9	1,5	0,2
% Retida acumulada	2,3	56,6	86,4	98,3	99,8	100,0
Dimensão máxima característica (mm)	19					
Módulo de finura	6,88					
Massa específica (g/cm ³)	2,75					

Como segundo tipo de agregado graúdo procurou-se selecionar rochas que apresentassem tonalidade razoavelmente clara, de forma a trabalhar com dois agregados graúdos com cromaticidades opostas. De acordo com isto definiu-se que os agregados mais adequados seriam aqueles provenientes da britagem de rochas calcárias. Além da cor, a homogeneidade foi fundamental na hora da escolha do fornecedor. A jazida deveria ter possibilidade de fornecer um agregado que fosse claro suficiente e que mantivesse a mesma tonalidade ao longo do processo de britagem. Ainda, tomou-se o cuidado de selecionar um fornecedor que garantisse controle do seu processo de produção, fornecendo continuamente a mesma granulometria. Foi encontrada no Paraná uma jazida de calcário dolomítico que satisfazia os pré-requisitos definidos e que já fornecia seu material para algumas construtoras no País que estavam iniciando trabalhos com concreto branco. A tabela 5.4 apresenta a caracterização das diversas granas deste calcário.

Tabela 5.4 – Caracterização do calcário

Abertura Peneira (mm)	Grana 3		Grana 2		Grana 0		Barra 8		Bica Corrida	
	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.
12,5	14,7	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9,5	62,0	76,7	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6,3	22,2	98,9	50,2	50,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,8	0,2	99,1	40,8	91,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,4	0,1	99,2	8,0	99,3	58,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,2	0,0	99,2	0,0	99,3	39,1	97,1	95,4	95,4	6,4	6,4
0,6	0,0	99,2	0,0	99,3	1,0	98,1	2,8	98,2	30,6	37,0
0,3	0,0	99,2	0,0	99,3	0,0	98,1	0,0	98,2	17,5	54,5
0,15	0,0	99,2	0,0	99,3	0,0	98,1	0,0	98,2	6,6	61,1
< 0,15	0,8	100,0	0,7	100,0	1,9	100,0	1,8	100,0	5,9	67,0
MP	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	33,0	100,0
Dimensão máxima (mm)	19,0		9,5		4,8		2,4		2,4	
Módulo de finura	6,72		5,88		4,49		3,9		1,59	
Massa específica (g/cm ³)	2,91									

5.2.3 Agregado Miúdo

Da mesma forma que no caso dos agregados graúdos, foram definidos dois tipos de agregados miúdos. Neste caso, porém, a diferença entre eles é mais significativa, pois foram escolhidos um agregado de origem natural e outro de origem artificial. Como agregado miúdo natural selecionou-se a areia média proveniente do rio Jacuí. Tradicionalmente utilizada na produção de argamassas e concretos no Estado do Rio Grande do Sul, este tipo de areia apresenta tonalidade amarelada, causada pela presença de matéria orgânica e partículas argilosas. Este material pode ser dissolvido durante a mistura e migrar para a superfície do concreto, alterando sua coloração. A lavagem do agregado miúdo poderia reduzir o problema, mas provavelmente seria anti-econômica. Por esta razão, decidiu-se investigar o efeito do uso deste material “in natura” nas misturas de concreto branco. A tabela 5.5 apresenta a caracterização da areia utilizada nesta pesquisa.

Tabela 5.5 – Caracterização da areia

Abertura peneira (mm)	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15	< 0,15
% Retida média	6,3	17,1	21,4	45,7	9,1	0,4
% Retida acumulada	6,3	23,4	44,8	90,5	99,6	100
Dimensão máxima característica (mm)						4,8
Módulo de finura						2,65
Massa específica (g/cm ³)						2,66

Como alternativa de agregado miúdo, utilizaram-se as granulometrias mais finas obtidas da britagem da mesma rocha calcária utilizada como agregado graúdo. Conforme pode ser visto na tabela 5.4, este material não se enquadra nas granulometrias normalmente denominadas como miúda e graúda. No estudo do traço foi necessário, portanto, compor uma curva granulométrica a partir da combinação das granas fornecidas pela mineradora.

5.2.4 Adições Superpozolânicas

Conforme descrito no capítulo 3, existem várias opções de materiais que podem ser utilizados como adições ativas. Nesta pesquisa foram consideradas, a priori, a sílica ativa e o metacaulim proveniente de argilas caulínicas, como possíveis materiais a serem adicionados na mistura do concreto, por sua alta reatividade.

Estudos de diversos pesquisadores, entre eles Dal Molin [1995] e Barata [1998], comprovaram que a adição de materiais com características de superpozolanidade favorecem a resistência mecânica e durabilidade dos concretos. Nesta pesquisa, entretanto, foi necessário focalizar também o comportamento cromático do concreto. Como a intenção era produzir um concreto de coloração clara, decidiu-se realizar um estudo prévio para avaliar qual a tendência cromática que cada uma destas adições daria aos concretos, de forma a selecionar qual delas, e em que teor, deveria ser acrescentada à mistura.

Segundo vários autores [Suárez, 2002], [Fonseca e Nunes, 1995], [BETOCIB, 2000], são os finos da mistura que influenciam com mais intensidade a cromaticidade final do concreto. Desta forma definiu-se que este estudo prévio consistiria em análises cromáticas de misturas de argamassas. Para reduzir o número das variáveis controladas, selecionou-se o calcário britado como agregado miúdo para esta mistura, principalmente por apresentar tonalidade clara e, assim, se tornar mais susceptível à ação de pigmentos, facilitando, então, a análise dos resultados.

O traço definido não foi obtido pela utilização de métodos convencionais de dosagem de argamassas, mas através de uma simulação da argamassa que seria encontrada nos traços selecionados para produção de concretos à base de cimento branco, sendo definido um proporcionamento de 1:2,3 (cimento: agregado miúdo). A composição granulométrica do calcário foi baseada na *Curva de Fuller*, sendo adotados, como agregado miúdo, as partículas

menores que 4,8mm. A relação a/agl foi fixada em 0,40. Para atingir uma trabalhabilidade adequada utilizou-se aditivo superplastificante.

Os teores selecionados para as adições em estudo variaram de 0% a 10%, em intervalos de 2,5%. Para cada combinação foram moldados 2 corpos de prova de 10x10x5cm, em fôrmas de compensado resinado. Foram realizadas 5 leituras colorimétricas, com auxílio do espectrofotômetro, em cada face da amostra, sendo a média calculada após eliminação dos dados atípicos, ou seja, dados que diferiram significativamente da média, sob o ponto de vista estatístico. A apresentação e análise dos dados obtidos podem ser encontradas no capítulo 7. Os mesmos indicaram que o melhor seria utilizar sílica ativa com teor de 5% sobre a massa do cimento.

5.2.5 Aditivos

Atualmente, a utilização de aditivos químicos nas misturas de todos os tipos de concretos é comum no meio técnico. Estes produtos apresentam propriedades específicas que podem ser muito úteis, principalmente na produção de concretos especiais, tal como o concreto branco.

O consumo de cimento utilizado em concretos brancos, de forma similar ao que acontece em concretos aparentes, geralmente é superior ao verificado em dosagens convencionais, já que o teor de finos da mistura deve ser alto, para garantir um bom acabamento superficial [Fonseca e Nunes, 1995]. Aliado a isto, para aumentar a alvura destes cimentos, os fabricantes tornam a granulometria do cimento branco mais fina [Pallás, 2002]. A influência destas duas características na quantidade de água requerida é muito grande.

Outro ponto importante, que vem se somar às questões anteriores, é a necessidade da adição de fileres [Fonseca e Nunes, 1995] [Nero e Nunes, 1999], materiais extremamente finos, que são acrescentados à mistura de concreto para aumentar a qualidade superficial.

Além do mais, a utilização de agregados miúdos artificiais nas misturas intensifica a demanda por água, pois este tipo de agregado apresenta partículas mais lamelares e com maior quantidade de cantos vivos, requerendo, para compensação de perda de trabalhabilidade, um acréscimo na quantidade de água da mistura.

Para contornar as questões de demanda de água, que podem causar problemas de durabilidade, utilizou-se um aditivo superplastificante de última geração. Este tipo de aditivo é formado por moléculas de policarboxilatos que proporcionam à mistura um alto poder de fluidificação.

Em grande parte das situações em que o concreto branco é produzido, um aditivo retardador de pega também acaba se tornando necessário, já que o cimento branco é muito reativo [Nero e Nunes, 1999]. Entretanto, neste trabalho de pesquisa, os procedimentos de produção foram realizados em um curto período de tempo, e em ambiente de laboratório, não justificando o uso deste tipo de produto.

5.3 DEFINIÇÃO DOS TRAÇOS

Para a definição dos traços a serem utilizados nesta pesquisa formularam-se alguns pré-requisitos que deveriam ser satisfeitos.

Em primeiro lugar, estabeleceu-se que os concretos produzidos deveriam se encaixar dentro de 3 faixas de resistências: 20-30Mpa, 30-40Mpa e 40-50Mpa;

Para que a aparência final das superfícies de concreto branco tivesse bom acabamento superficial, definiu-se que as misturas deveriam conter quantidades significativas de finos [Nero e Nunes, 1999] [Fonseca e Nunes, 1995].

Segundo San Martin [2000] quanto mais fluída a consistência, melhor será para o concreto branco. De acordo com isto, decidiu-se que os traços definidos deveriam apresentar alta trabalhabilidade, com medidas no ensaio de abatimento de tronco de cone superiores a 150mm.

Ensaio preliminares com o objetivo de definir um traço adequado para produção de concretos brancos foram executados pelo Laboratório de Ensaio e Modelos Estruturais. No processo de definição do traço, descrito no relatório técnico RT LEME nº 12/2001, ficou definido que a composição de um traço que utilizasse um teor de materiais secos (m) igual a 5, e teores de argamassa superiores a 53%, produziram concretos brancos com boa consistência no estado fresco e bom acabamento superficial no estado endurecido. Utilizou-se esta referência para definir os traços finais dos concretos produzidos neste trabalho de pesquisa.

A combinação da necessidade de uma quantidade de finos superior à utilizada em concretos convencionais [BETOCIB, 2000], e de uma consistência muito fluída [San Martin, 2000] acabou elevando o consumo de cimento. O CIATH – Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología Del Hormigón, da Faculdade de Córdoba na Argentina, limita o consumo de cimento para produção de concretos brancos e coloridos em 500 kg/m^3 . O cuidado em limitar o teor de cimento se justifica pela alta reatividade do cimento branco, que se caracteriza por ser mais fino e apresentar altos teores de C_3A [Pallás, 2002], podendo desta maneira contribuir negativamente na elevação do calor de hidratação. Para evitar este tipo de situação procurou-se manter o consumo em valores próximos aos 400 kg/m^3 .

Outra questão importante no estudo do traço foi a fixação da relação água/aglomerante máxima. Conforme as pesquisas de KIRCHHEIM [2003], a produção de concretos à base de cimento branco, utilizando uma relação a/aglomerante de 0.6, tornaram os concretos produzidos susceptíveis a um processo de carbonatação relativamente intenso. Portanto, valores superiores não seriam recomendados sob o ponto de vista de durabilidade. Desta forma, adotou-se 0.60 como a relação água/aglomerante (água/cimento+adições) máxima para os traços definidos.

Para a definição das demais relações a/aglomerante levou-se em consideração a necessidade de enquadrar os concretos em três faixas distintas de resistência à compressão. Desta forma, o segundo passo foi determinar a relação a/agl mínima que poderia ser aplicada ao mesmo proporcionamento de materiais, sem que o percentual de aditivo superplastificante necessário para atingir a trabalhabilidade requerida fosse superior ao recomendado pelo fabricante ou então conferisse ao concreto fresco uma consistência muito viscosa. Repetindo o traço especificado com diferentes relações a/agl chegou-se a bons resultados com valores de 0,42. A decisão sobre a terceira relação a/agl foi automática, tomando-se o valor mediano entre a máxima e mínima definida, isto é, 0,51.

A última etapa deste estudo preliminar consiste na definição do percentual de aditivo superplastificante necessário para executar o traço com as três relações água/aglomerante, sem que a trabalhabilidade, medida através do ensaio de abatimento do tronco de cone prescrito na *NBR NM67 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone* [ABNT, 1998], fosse inferior a 150mm. Para encontrar estes percentuais foi realizada uma bateria de ensaios, onde todos os traços foram repetidos até que o percentual de

aditivos sobre a massa de aglomerante apresentasse os resultados de consistência requeridos. A tabela 5.6 apresenta o proporcionamento e características finais dos concretos produzidos.

Tabela 5.6 – Proporcionamento e características finais dos concretos produzidos.

Identificação do Traço	Agregado Graúdo (kg/m ³)	Agregado Miúdo (kg/m ³)	Consumo Cimento (kg/m ³)	Relação a/c	Relação a/agl (l/m ³)	Sílica (%) (kg/m ³)	Aditivo (%) (l/m ³)	Abatimento de Cone (mm)
1A	Calcário	Calcário	404,97	0,42	0,42	0	0,60	200
	1024,57	1000,28			170,09	0,00	2,43	
1B	Calcário	Calcário	390,72	0,51	0,51	0	0,25	210
	988,52	965,08			199,27	0,00	0,98	
1C	Calcário	Calcário	377,45	0,60	0,60	0	0,15	220
	954,95	932,30			226,47	0,00	0,57	
2A	Calcário	Calcário	398,11	0,44	0,42	5	0,57	230
	1007,22	983,33			175,57	19,91	2,38	
2B	Calcário	Calcário	382,87	0,54	0,51	5	0,30	228
	968,66	945,69			205,03	19,14	1,21	
2C	Calcário	Calcário	370,11	0,63	0,60	5	0,10	193
	936,38	914,17			233,17	18,51	0,39	
3A	Basalto	Calcário	394,17	0,42	0,42	0	0,60	204
	997,25	973,60			165,55	0,00	2,37	
3B	Basalto	Calcário	380,67	0,51	0,51	0	0,40	234
	963,10	940,25			194,14	0,00	1,52	
3C	Basalto	Calcário	368,06	0,60	0,60	0	0,20	180
	931,19	909,11			220,84	0,00	0,74	
4A	Basalto	Calcário	387,64	0,44	0,42	5	0,49	197
	980,73	957,47			170,95	19,38	1,99	
4B	Basalto	Calcário	373,18	0,54	0,51	5	0,31	200
	944,15	921,75			199,84	18,66	1,21	
4C	Basalto	Calcário	361,05	0,63	0,60	5	0,13	171
	913,46	891,79			227,46	18,05	0,49	
5A	Calcário	Areia	392,29	0,42	0,42	0	0,30	193
	992,49	968,96			164,76	0,00	1,18	
5B	Calcário	Areia	378,92	0,51	0,51	0	0,12	196
	958,67	935,93			193,25	0,00	0,45	
5C	Calcário	Areia	366,42	0,60	0,60	0	0,00	223
	927,04	905,06			219,85	0,00	0,00	
6A	Calcário	Areia	385,86	0,44	0,42	5	0,32	181
	976,23	953,07			170,16	19,29	1,30	
6B	Calcário	Areia	371,52	0,54	0,51	5	0,15	178
	939,95	917,65			198,95	18,58	0,59	
6C	Calcário	Areia	359,50	0,63	0,60	5	0,00	205
	909,54	887,97			226,49	17,98	0,00	
7A	Basalto	Areia	382,16	0,42	0,42	0	0,40	213
	966,86	943,94			160,51	0,00	1,53	
7B	Basalto	Areia	369,45	0,51	0,51	0	0,15	203
	934,71	912,54			188,42	0,00	0,55	
7C	Basalto	Areia	357,56	0,60	0,60	0	0,00	208
	904,63	883,17			214,54	0,00	0,00	
8A	Basalto	Areia	376,04	0,44	0,42	5	0,40	216
	951,38	928,82			165,83	18,80	1,58	
8B	Basalto	Areia	362,42	0,54	0,51	5	0,15	193
	916,92	895,18			194,08	18,12	0,57	
8C	Basalto	Areia	350,97	0,63	0,60	5	0,00	201
	887,95	866,90			221,11	17,55	0,00	

De acordo com a liberdade de alteração permitida por cada um dos agregados, otimizou-se a granulometria de cada traço para que fosse o mais aproximada possível da *Curva de Fuller*, como se pode ver na Figura 5.2.

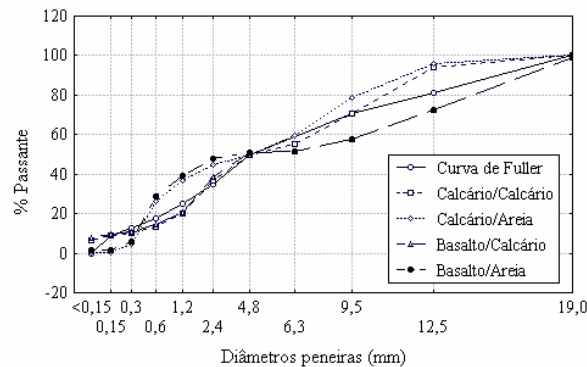


Figura 5.2 – Composição granulométrica utilizada para cada combinação de agregados.

5.4 PRODUÇÃO DAS MISTURAS DE CONCRETO

As misturas dos concretos foram realizadas em betoneira de eixo inclinado, previamente limpa e imprimada com argamassa de cimento e agregado miúdo na proporção de 1:3, mantendo a mesma relação água/aglomerante do traço a executar. O agregado miúdo utilizado na imprimação foi similar ao utilizado no concreto a ser executado.

A ordem de colocação dos materiais na betoneira seguiu a seguinte padronização: Agregado graúdo (granos 3 e 2 para o calcário), 1/3 da água de amassamento, cimento e sílica ativa, 1/3 da água, areia (grana 0 e barra 8 para calcário), aditivo superplastificante, 1/3 da água e pó (bica corrida). A operação de mistura se prolongou por aproximadamente 5 minutos, sendo que, após a colocação do aditivo superplastificante, manteve-se a mistura em agitação por 2 minutos seguidos antes de prosseguir com a colocação dos materiais. Com isto garantiu-se que o aditivo se dispersasse adequadamente, atingindo o máximo de eficiência.

O processo de compactação foi mecânico, com uso de um vibrador de agulha de diâmetro 25mm. Esta operação foi padronizada para todos os corpos-de-prova moldados, e seguiu, de forma geral, as prescrições da norma 5738 - Moldagem e cura de corpos de prova, cilíndricos ou prismáticos de concreto [ABNT, 1984]. A figura 5.3 ilustra o procedimento de adensamento dos concretos.



Figura 5.3 – Procedimento utilizado para adensamento dos concretos.

5.5 DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

5.5.1 Resistência Mecânica

Para verificar o comportamento estrutural dos diferentes tipos de concretos que compuseram a matriz experimental foram moldados corpos-de-prova cilíndricos de 10 x 20 cm, para serem ensaiados à compressão simples. O processo de moldagem seguiu as recomendações previstas na norma brasileira *NBR 5738 – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto* [ABNT, 1984].

Com o objetivo de analisar o comportamento do crescimento da resistência à compressão, adotaram-se as idades de 3, 7 e 28 dias para as rupturas. Foram moldados 3 corpos-de-prova para cada uma das idades definidas, totalizando 9 corpos-de-prova. Estes concretos foram curados em câmara úmida e só retirados deste ambiente no dia em que foram ensaiados.

Os ensaios de resistência à compressão simples foram realizados conforme recomendação da norma brasileira *NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos cilíndricos* [ABNT, 1994]. Foi utilizada uma prensa computadorizada fabricada pela empresa japonesa SHIMADZU, com capacidade máxima de 2000 kN e precisão de 0,1 kN.

5.5.2 Módulo de Deformação

Para a determinação do módulo de deformação foram moldados 9 corpos-de-prova, ensaiados nas idades de 3, 7 e 28 dias. Todo o procedimento de moldagem e cura foi similar ao executado com os corpos-de-prova destinados aos ensaios de resistência à compressão.

A metodologia de ensaio para o módulo de deformação seguiu as recomendações da norma brasileira *NBR 8522 – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação* [ABNT, 2002]. Entretanto, para adaptar as condições de ensaio ao equipamento, foram necessárias pequenas alterações.

As deformações (ΔL) foram medidas através de transdutores de deslocamento linear (*LVDTs - Linear Variable Differential Transformers*). Estes sensores foram conectados a dois anéis que, presos por parafusos fixadores, garantiram um distanciamento conhecido (L) e permitiram o cálculo da deformação específica do concreto [Figura 5.4]. O processo de aquisição de dados foi automatizado através da conexão de um microcomputador à prensa.



Figura 5.4 – Esquema do ensaio de módulo de deformação do concreto.

Transformando os dados de carga e deslocamento foi possível plotar o gráfico Tensão x Deformação e calcular o módulo de deformação, representado pela inclinação da reta secante determinada pelos pontos 0,5 MPa e 40% da carga de ruptura do corpo-de-prova, conforme sugerido pela NBR 8522.

5.5.3 Análise Estética - Colorimetria

Para os ensaios de colorimetria foram moldados, para cada concretagem, 6 corpos-de-prova prismáticos de 15 x 15 x 8 cm. O tamanho destas amostras foi definido tomando como base a dimensão máxima do agregado graúdo, considerando que se deveria ter um tamanho suficiente para que as medidas de cor pudessem ser executadas sem sofrer influência das laterais, fundo e superfície das fôrmas.

Para os ensaios de colorimetria houve maior preocupação quanto ao processo de produção, moldagem, cura e armazenamento das amostras de concreto. As possibilidades dos resultados sofrerem influências de fatores externos são inúmeras, tendo em vista que se está trabalhando com análise de cor. Portanto, durante os procedimentos de concretagem, adotou-se um rigoroso controle quanto à limpeza dos equipamentos e materiais de trabalho que entraram em contato com os componentes da mistura e com o concreto propriamente dito.

Como o material das fôrmas de moldagem exerce um forte efeito no aspecto final da superfície de concreto [BETOCIB, 2000], padronizou-se a utilização de fôrmas de compensado resinado, também conhecido como compensado naval. Com a fixação deste parâmetro teve-se garantia que a influência da fôrma, na cor da superfície do concreto, seria a mesma em todas as amostras.

Como desmoldante para fôrmas definiu-se a utilização de parafina líquida, pois produtos com base neste material são os que menos influenciam a aparência superficial dos concretos [Nero e Nunes, 1999] e [Fonseca e Nunes, 1995]. Pelo fato da parafina volatilizar muito rapidamente, a aplicação foi realizada momentos antes da concretagem, com o cuidado de garantir que apenas uma fina camada do produto estivesse aderida à fôrma na hora da moldagem.

O procedimento de cura teve um cuidado ainda maior, já que, como indicado nos estudos de Helene e Galante [1999], a cura realizada em ambientes como câmaras úmidas, onde a água condensa sobre o material, pode vir a causar manchamento na superfície do concreto. Para contornar esta dificuldade procurou-se envolver os corpos-de-prova em tecidos de algodão branco previamente umedecidos. As amostras permaneceram úmidas durante todo o período de cura, durante o qual foram envoltas em sacos plásticos. A cura foi realizada até os 9 dias de idade. Decorrido este prazo, as amostras foram desembrulhadas e mantidas em local isolado, para que não sofressem contaminação de materiais em suspensão presentes no ambiente de laboratório [Figura 5.5].



Figura 5.5 – Procedimento adotado para cura dos concretos destinados à leitura de cor.

Através de observações visuais realizadas, foi verificado que a umidade teria grande influência na cor. Para garantir uma padronização da umidade antes das leituras, os corpos-de-prova foram mantidos durante os 7 dias que antecederam os ensaios em uma câmara de sazonalamento. Esta câmara apresentava controle da umidade relativa ($70\pm 2\%$) e de temperatura ($25\pm 1^\circ\text{C}$).

A metodologia dos ensaios cromáticos seguiu as recomendações da norma americana ASTM D 2244/84 – *Standard test method for calculation of colour differences from instrumentally measured colour coordinates*, sendo as análises colorimétricas realizadas através da comparação dos parâmetros $L^*a^*b^*$. A definição e a forma da obtenção destes parâmetros foi apresentada no capítulo 4 deste trabalho.

Como se pode inferir da sua própria denominação, o concreto branco é produzido com o objetivo de se obter um material que apresente coloração clara, ou seja, que possua uma alta refletância, em todo o espectro da luz visível. Desta forma, é interessante adotar um parâmetro de avaliação que caracterize a brancura do material. Neste programa experimental foi adotado como parâmetro a brancura ISO definida pela norma ISO 2470/77 – *Paper and board – Measurement of diffuse blue reflectance factor - ISO brightness* [ISO, 1977].

O equipamento utilizado para as medidas das refletâncias das amostras de concreto foi um espectrofotômetro modelo CM-508, fabricado pela empresa Minolta. A geometria de medição deste equipamento é $d/0$, conforme explicado no capítulo 4. As medições foram padronizadas utilizando 10° para o observador e D_{65} como fonte de iluminação, parâmetros já explicados no capítulo 4 deste trabalho. [Figura 5.6]



Figura 5.6 – Leituras colorimétricas com equipamento espectrofotométrico.

As medidas foram realizadas aos 30 dias de idade. Para maior confiabilidade na análise dos resultados, foram executadas cinco medidas em cada face das amostras, totalizando 10 medidas por corpo-de-prova. Além do mais, um gabarito foi utilizado para garantir que as leituras fossem realizadas sempre sobre o mesmo ponto. Em cima dos dados obtidos foi realizado um tratamento estatístico para eliminação dos valores espúrios. Os resultados são apresentados e analisados no capítulo 7.

A transferência dos dados coletados para o software SPECTRAMATCH, desenvolvido pela mesma empresa, permitiu a configuração das leituras e o cálculo automático dos parâmetros $L^*a^*b^*$ e da brancura ISO.

No caso do concreto fresco, foi necessário elaborar um procedimento de ensaio que permitisse a realização das leituras sem o contato do aparelho com o material. Para isto foi criada uma fôrma especial, na qual foi efetuada uma abertura de 10 x 10 cm coberta por uma janela de vidro. As leituras foram realizadas seguindo o mesmo gabarito utilizado nas medidas do concreto endurecido [Figura 5.7]. No entanto, a utilização de um vidro para realização das medidas colorimétricas, faz com que parte da luz emitida no momento da leitura seja dissipada através da espessura do mesmo. Para suavizar este efeito utilizou-se um vidro de 2mm de espessura.



Figura 5.7 – Leituras colorimétricas do concreto no estado fresco.

5.5.4 Análise da Durabilidade Estética

Quando se executa uma obra em concreto branco não se necessita apenas garantir um bom resultado na produção do concreto. Além disto, deve-se ter uma preocupação com o comportamento estético do material ao longo do tempo. Sendo o concreto um material poroso, grande parte das partículas presentes na atmosfera podem ficar aderidas na sua superfície, causando alterações cromáticas. Para suavizar a ação dos agentes poluidores, podem ser aplicados, na superfície do concreto, sistemas de proteção.

Nesta etapa da pesquisa buscou-se analisar o comportamento da durabilidade estética dos concretos submetidos à ação ambiental. Procurou-se, ainda, verificar a eficiência dos sistemas de proteção em relação às variações das características colorimétricas. Também fez parte dos objetivos deste estudo a verificação do comportamento cromático dos concretos após aplicação de sistemas de proteção. É necessário que a aplicação de qualquer tipo de proteção não modifique as características da superfície do concreto, pois caso isto ocorra, pode se perder o sentido arquitetônico do uso do concreto branco.

A gama de produtos para proteção do concreto é muito grande, mas sendo esta uma pesquisa de curta duração, foi necessário reduzir o número de opções. Desta forma, optou-se em escolher dois tipos de sistemas que agissem de forma diferenciada, e que não alterassem o aspecto superficial do concreto. Dentro dos sistemas de proteção pesquisados, que apresentam as características acima mencionadas, encontram-se os vernizes acrílicos à base d'água e os produtos à base de silanos e siloxanos.

Os vernizes criam uma barreira impermeável que protege a superfície. No entanto, podem modificar a reflectância do material e, expostos aos raios UV, podem amarelar ao longo do tempo. Já os hidrofugantes atuam preenchendo os poros do material e criando uma barreira à entrada da água nos mesmo. Os hidrofugantes mais utilizados para concreto branco são fabricados à base de silanos e siloxanos e começaram a ser utilizados há pouco tempo. Segundo Jacob e Hermann [1997], este tipo de produto é o que menos altera o aspecto superficial do concreto, justificando, desta forma, o interesse em seu estudo.

Para a análise das diferenças do comportamento colorimétrico do concreto, após aplicação dos sistemas de proteção, dividiu-se o grupo de 6 amostras, moldadas em cada concretagem, em dois lotes de 3 amostras cada um. Dentro de cada lote uma amostra não recebeu proteção, outra recebeu aplicação de verniz acrílico, e a última recebeu aplicação de hidrofugante.

O procedimento de aplicação dos sistemas de proteção seguiu as recomendações do fabricante de cada um dos produtos, sendo realizada com pincel. A quantidade de produto aplicado foi controlada com o auxílio de uma balança eletrônica com precisão de 0,1g [Figura 5.8].



Figura 5.8 – Aplicação dos sistemas de proteção.

Após aplicação do sistema de proteção os corpos-de-prova retornaram para a câmara de sazonalamento, permanecendo neste ambiente por mais 7 dias. Transcorrido este período realizaram-se novas medidas colorimétricas. Os resultados são apresentados e analisados no capítulo 7 deste trabalho.

Posteriormente, um dos lotes foi colocado num ambiente externo enquanto o outro permaneceu em ambiente protegido do laboratório. Os corpos-de-prova sujeitos à exposição

ambiental foram colocados sobre a marquise do prédio da Engenharia Nova da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pode ser visto na Figura 5.9. Este local foi escolhido por estar posicionado em zona central da cidade de Porto Alegre e se caracterizar por um tráfego intenso de veículos.



Figura 5.9 – (a) Local de exposição das amostras de concreto; (b) Detalhe da exposição.

Foram realizadas leituras cromáticas aos 0, 30 e 90 dias de exposição. A escolha de três idades permitiu produzir uma curva do comportamento da claridade do concreto branco ao longo do período de exposição ambiental. Os resultados são apresentados e analisados no próximo capítulo.

Capítulo 6

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados dos ensaios executados no programa experimental. Conforme apresentado no capítulo anterior, esta pesquisa teve 4 enfoques de estudo, sendo eles a resistência mecânica, o comportamento do módulo de deformação, os parâmetros estéticos e a durabilidade estética ao longo do tempo. Portanto, a apresentação dos resultados será organizada seguindo esta lógica. Inicialmente, entretanto, será apresentado o resultado do estudo preliminar para a seleção da adição a utilizar.

Em termos da forma de análise, cabe salientar que os dados extraídos de cada um dos ensaios realizados foram primeiramente submetidos a um tratamento estatístico para eliminação dos valores atípicos. A seguir, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com o software STATISTICA, para definição do nível de significância de cada uma das variáveis de controle. Finalmente, no caso da resistência mecânica e do módulo de deformação, foi realizada uma regressão múltipla não linear para formação de um modelo de ajuste.

6.1 ESTUDO PRELIMINAR: DEFINIÇÃO DO TIPO E TEOR DA ADIÇÃO

Os resultados obtidos através das leituras cromáticas nas amostras de argamassas podem ser encontrados na tabela 6.1. Conforme já exposto no capítulo 5, L^* indica a luminosidade, a^*

um desvio vermelho-verde e b^* um desvio amarelo-azul, enquanto Br ISO é parâmetro ISO de brancura e o ΔE a diferença padrão entre as cores.

Tabela 6.1 – Dados cromáticos das amostras de argamassa com adições pozolânicas.

Adição	%	L*	a*	b*	Br ISO	ΔE
	0,0	83,71	-0,71	6,05	57,66	-
Sílica	2,5	77,89	-0,88	4,46	49,69	6,04
	5,0	74,55	-0,89	2,95	45,37	9,67
	7,5	72,39	-0,96	2,52	42,51	11,86
	10,0	71,47	-0,98	2,11	41,12	12,86
Metacaulim	2,5	79,68	3,35	8,64	48,28	6,28
	5,0	75,85	5,02	9,36	42,09	10,27
	7,5	72,57	6,67	10,87	35,81	14,21
	10,0	72,69	7,85	11,35	35,16	14,93

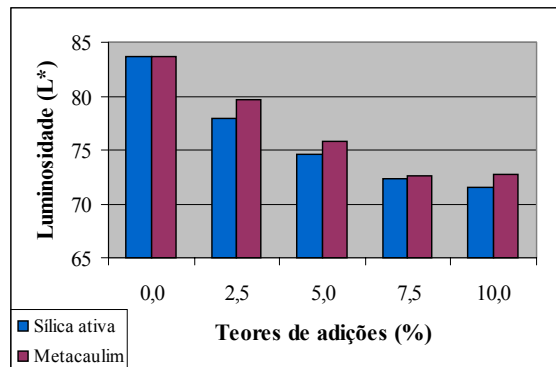


Figura 6.1 – Diferenças das luminosidades apresentadas pelas amostras de argamassa com diferentes teores de sílica ativa e metacaulim.

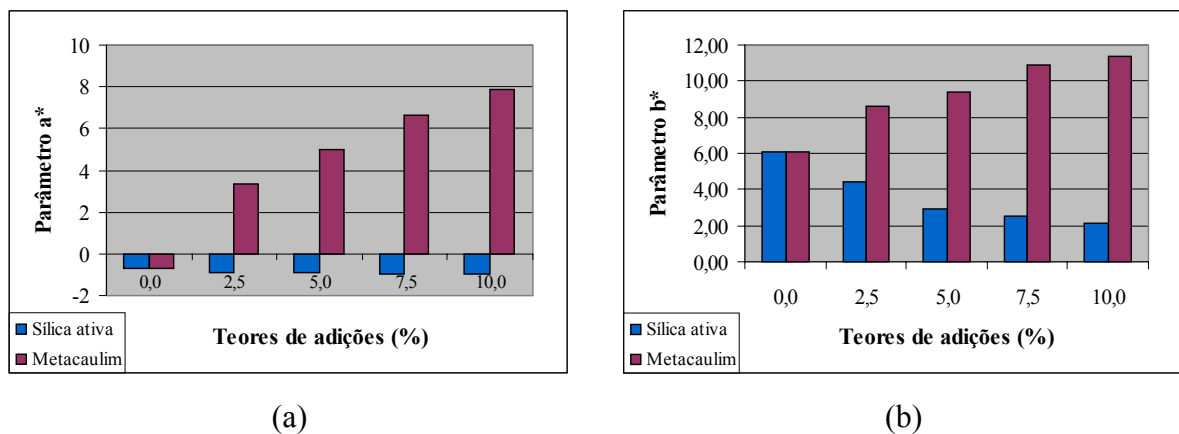


Figura 6.2 - Diferenças nos parâmetros cromáticos (a) a^* e (b) b^* apresentadas pelas amostras de argamassas com diferentes teores de sílica ativa e metacaulim.

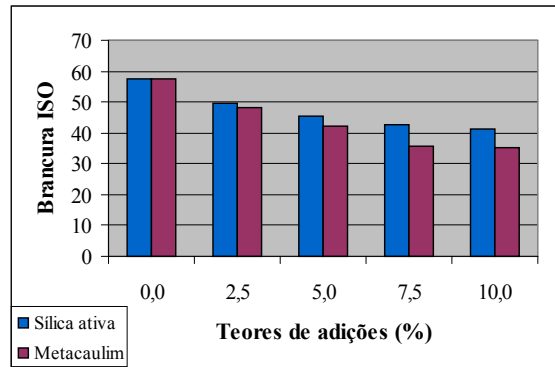


Figura 6.3 – Diferenças da brancura ISO apresentadas pelas amostras de argamassa com diferentes teores de sílica ativa e metacaulim.

Como se pode notar na tabela 6.1 e nas figuras 6.1 a 6.3, as amostras de argamassas com adições de metacaulim e sílica apresentaram valores semelhantes para o parâmetro L^* . Entretanto, a brancura apresentada pelas amostras com metacaulim foi inferior àquela das amostras em que a sílica ativa foi adicionada. Isto ocorreu porque os parâmetros a^* e b^* das argamassas com adição de metacaulim se afastaram mais intensamente da região central do sólido de cores. A tonalidade avermelhada do metacaulim foi transferida para as argamassas em que ele foi adicionado, desviando o parâmetro a^* para a região do vermelho. O parâmetro b^* das amostras com adição de metacaulim foi desviado para a direção do amarelo, enquanto que a adição de sílica gerou uma aproximação deste parâmetro para a região central do sólido de cores. Este conjunto de modificações provocou mudanças mais intensas nas cores das amostras em que o metacaulim foi adicionado.

Observa-se ainda que o aumento do teor de adição na mistura de argamassa provoca uma modificação dos parâmetros colorimétricos e, conseqüentemente, gera modificações na cor original. Com o aumento dos teores o impacto na cor vai se atenuando. É necessário, portanto, equacionar os efeitos à inserção das adições na estética e na durabilidade. Neste programa de pesquisa considerou-se que o teor de 5% de adição de sílica ativa seria o mais adequado, considerando as demandas em termos de cor, resistência mecânica e durabilidade.

6.2 RESISTÊNCIA MECÂNICA

Dentre todas as características apresentadas pelo concreto, a resistência mecânica é fundamental. Mesmo que o concreto seja um material durável e apresente as características

estéticas esperadas, não haverá fundamento em utilizá-lo como material de construção se o mesmo não for capaz de suportar as cargas a ele submetidas.

Alguns pesquisadores, tais como Nunes e Fonseca [1995], Hamad [1995] e Benitez [2002], já realizaram alguns estudos sobre o comportamento mecânico de concretos à base cimento branco e demonstraram que, de uma forma geral, este tipo de concreto não é muito diferente daqueles produzidos com cimento Portland convencionais. Entretanto, estas pesquisas foram realizadas com materiais locais, restringindo os resultados para o tipo de cimento e agregados existentes na região. Sendo que a produção de concretos à base cimento branco é uma tecnologia muito recente e que cada fabricante produz cimentos distintos, torna-se importante conhecer o comportamento dos concretos à base dos cimentos Portland brancos nacionais, e verificar seu comportamento quando misturados com os agregados que estão disponíveis no nosso País.

Conforme a matriz experimental apresentada no capítulo 5, foram realizadas combinações entre dois agregados graúdos (basalto e calcário), entre dois agregados miúdos (areia e calcário), com 0% e 5% de sílica ativa, em três relações água/aglomerante. Na tabela 6.2 são apresentados os resultados da resistência potencial obtida para cada conjunto de 3 corpos-de-prova.

Tabela 6.2 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão – valores potenciais.

Resistência à Compressão (MPa)										
Materiais	a/agl	0,42			0,51			0,60		
	Idade (dias)	3	7	28	3	7	28	3	7	28
	Sílica									
calcário/calcário	0%	40,3	46,4	63,8	33,2	37,0	47,2	22,2	27,4	37,1
	5%	49,2	57,1	73,6	34,0	38,4	45,1	24,2	27,5	40,5
basalto/calcário	0%	42,2	43,1	49,9	27,5	31,0	39,9	18,0	21,4	29,0
	5%	40,5	55,4	65,3	30,9	32,4	49,3	20,7	24,3	31,0
calcário/areia	0%	38,6	45,1	51,2	28,7	34,8	38,9	20,8	25,0	31,0
	5%	38,4	44,4	61,9	28,9	32,9	44,2	18,5	21,2	31,0
basalto/areia	0%	34,6	44,2	48,2	25,9	29,3	37,7	17,4	23,4	27,2
	5%	37,2	42,6	53,3	27,2	29,1	39,3	17,6	22,6	29,4

A análise estatística indicou que os parâmetros de controle em estudo são estatisticamente significativos. Os resultados desta análise e o grau de significância referente a cada um dos parâmetros na resistência à compressão podem ser encontrados no anexo IV deste trabalho.

Os efeitos de cada um dos parâmetros na resistência à compressão dos concretos são detalhados a seguir.

Idade e relação água/aglomerante

Na figura 6.4 é possível perceber que, como esperado, os valores das resistências à compressão foram decrescentes com o aumento da relação água/aglomerante. É possível, ainda, verificar que o crescimento da resistência com a idade é similar ao de concretos de alta resistência inicial, atingindo ~70% da resistência final aos 3 dias e ~80% aos 7 dias. Este comportamento já era esperado, pois os cimentos Portland brancos, por causa de seus componentes químicos e da sua finura, são bastante reativos [Nero e Nunes, 1999].

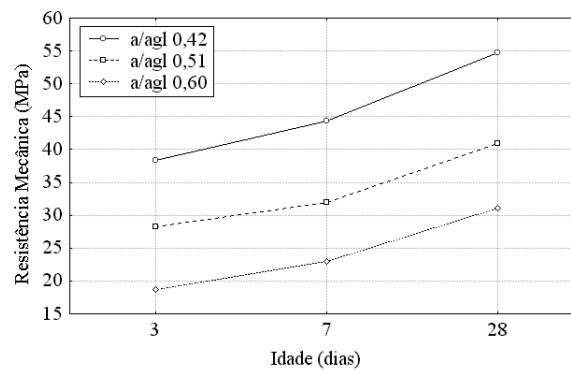


Figura 6.4 – Crescimento da resistência à compressão com a idade.

Agregados

De acordo com Mehta e Monteiro [1994], em tecnologia do concreto é comumente dada uma grande importância à associação entre a relação a/c e a resistência mecânica e, para concretos que não sejam de alta resistência, a influência da resistência do agregado na resistência do concreto geralmente não é levada em conta. Entretanto, outras características do agregado, como tamanho, forma, textura da superfície, distribuição granulométrica e mineralogia também influenciam a resistência final dos concretos.

A influência das características dos agregados na resistência à compressão dos concretos pode ser visualizada na figura 6.5. Verifica-se que a utilização do basalto como agregado gráudo gerou um decréscimo médio de 10% na resistência mecânica do concreto. Acredita-se que isto tenha ocorrido porque no caso do calcário, fornecido em diversas granas, foi possível estabelecer uma curva granulométrica mais compacta que a curva característica do basalto

utilizado. Desta forma, aumentou-se a resistência da matriz da pasta de cimento através do reforço das zonas de transição. Visto que o basalto tende a ser um agregado mais resistente que o calcário, isto confirma a teoria de que, para concretos com resistências convencionais, é a pasta de cimento hidratado que rege a resistência à compressão do concreto, e não a resistência característica do agregado [Aïtcin, 2000].

Outro fator a considerar é o potencial de reatividade do agregado calcário que, na presença da sílica ativa, pode reagir e formar silicatos de cálcio hidratado, reforçando a matriz e a zona de transição do concreto. De fato, Aïtcin [2000] ressalta que a utilização de agregados derivados de calcário pode contribuir para melhorar a resistência da zona de transição, principalmente em idades maiores, através da ocorrência de algumas ligações químicas entre a matriz e o agregado.

Da mesma forma que quando empregado como agregado graúdo, o calcário, como agregado miúdo, também causou melhorias nos resultados de resistência à compressão [Figura 6.5], fato que se atribuiu à existência de uma fração muito fina, com efeito fíler, e à possível reatividade da rocha. O acréscimo foi mais significativo na combinação com agregado graúdo calcário (aproximadamente 18%), do que com basalto (onde o acréscimo foi de 10%).

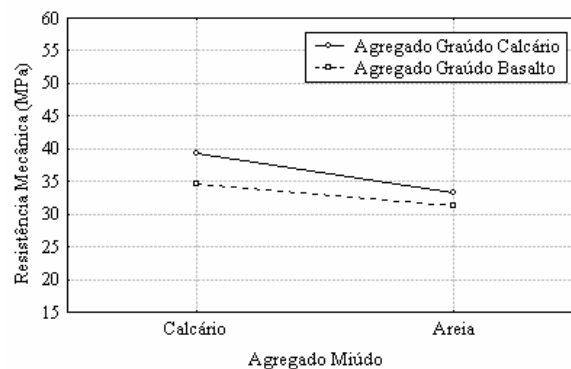


Figura 6.5 – Influência dos agregados na resistência à compressão.

Sílica ativa

O efeito provocado pela adição de 5% de sílica ativa nas misturas dos concretos produzidos pode ser visualizado na figura 6.6. Conforme esperado, a adição da sílica foi benéfica, gerando um acréscimo médio de 6% nos resultados finais de resistência mecânica. Entretanto, este efeito foi mais intenso nas misturas com agregado miúdo calcário (~ 10%) do que quando utilizada areia (~ 2,8%). A maior eficiência da sílica ativa nas misturas com agregado miúdo

calcário pode ser justificada por uma provável reação entre a sílica ativa e o carbonato de cálcio existente no calcário, formando silicatos de cálcio hidratados, que se depositam no entorno do agregado graúdo, melhorando a zona de transição.

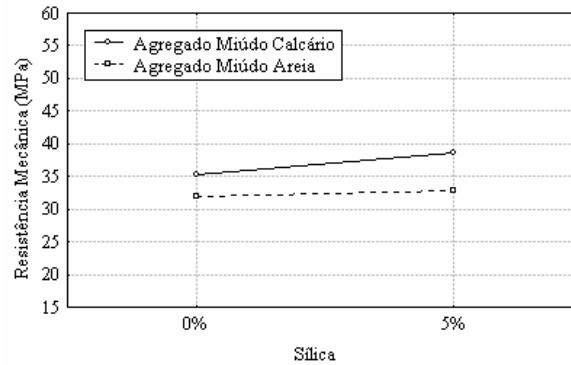


Figura 6.6 – Influência da adição de sílica ativa na resistência à compressão.

Para modelagem do comportamento da resistência à compressão realizou-se uma regressão não-linear. O resultado, expresso na equação 6.1, foi bastante satisfatório, apresentando coeficiente de correlação (R^2) de 94,2%.

$$f_c = -3,418 \cdot \text{graúdo} - 4,608 \cdot \text{miúdo} + 0,476 \cdot \text{sílica} + \frac{842,441}{(100 \cdot a / agl)^{0,111}} - \frac{521,415}{(\text{idade})^{0,012}} \quad (\text{Equação 6.1})$$

Onde:

- agregado graúdo pode assumir valor 0 ou 1, para calcário ou basalto, respectivamente;
- agregado miúdo também pode assumir valor 0 ou 1, para calcário ou areia, respectivamente;
- sílica é tomada em teores de 0 ou 5%;
- relação água/aglomerante pode assumir os valores de 0.42, 0.51 ou 0.60; e
- idades: 3, 7 ou 28 dias.

6.3 MÓDULO DE DEFORMAÇÃO

Mesmo que a resistência mecânica seja o parâmetro básico do projeto de estruturas de concreto, é necessário levar em consideração o comportamento tensão-deformação dos materiais empregados.

A tabela 6.4 relaciona os dados de módulo de deformação obtidos para as combinações de agregados, adições e relações água/aglomerante empregadas nesta pesquisa.

Tabela 6.3 – Resultados obtidos nos ensaios de módulo de deformação – valores potenciais.

		Módulo de deformação (GPa)								
Materiais	a/agl	0,42			0,51			0,60		
	Idade (dias)	3	7	28	3	7	28	3	7	28
	Sílica									
calcário/calcário	0%	20,8	29,6	41,2	18,4	25,8	33,7	15,5	20,6	28,4
	5%	26,8	31,2	43,1	19,6	25,8	35,8	14	19,7	28,7
basalto/calcário	0%	30,9	32,5	43,7	23,2	24,6	33,4	20,2	20,7	33,8
	5%	31,3	34,7	44,5	23,8	27,8	36,8	22,4	24,7	30,6
calcário/areia	0%	27,7	32,5	39,2	24,9	23,6	31,9	18,7	20,3	30,4
	5%	27,2	27,6	36,2	21,4	25,5	35,6	20	18,2	37,1
basalto/areia	0%	34,1	40,6	43,1	28,7	30,4	33,3	19,4	29,4	31,7
	5%	32,6	35,4	42,2	25,9	24,3	35,1	26,7	25,9	29,7

Seguindo o mesmo procedimento da análise dos dados dos ensaios de resistência à compressão, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) nos resultados obtidos nos ensaios de módulo de deformação. O grau de significância apresentado pelos parâmetros de controle, bem como pelas interações entre parâmetros, pode ser encontrado no anexo IV do trabalho. Foi possível observar que os parâmetros mais significativos foram o agregado graúdo e a idade, seguidos da relação água/aglomerante. A seguir discute-se cada um dos efeitos em separado.

Relação água/aglomerante

De acordo com Mehta e Monteiro [1994], em materiais heterogêneos, como o concreto, a distribuição das frações volumétricas, a massa específica e o módulo de deformação dos principais constituintes, e as características da zona de transição, determinam o comportamento de deformação. Sendo a massa específica inversamente proporcional à porosidade, os fatores que afetam a porosidade do agregado, da matriz da pasta de cimento e da zona de transição, também afetam a capacidade de deformação do concreto.

Como a porosidade da matriz e da zona de transição é fundamental para a capacidade de deformação dos concretos, a relação água/aglomerante passa a se constituir em um parâmetro de controle importante. A figura 6.7 mostra como a relação água/aglomerante influenciou o módulo de deformação dos concretos produzidos. A maior redução do módulo ocorre quando a relação água/cimento é aumentada de 0,42 para 0,51 (decréscimo de 20%). Já quando a mesma foi incrementada de 0,51 para 0,60, o decréscimo foi de apenas 12,5%. Este resultado era esperado já que nas relações água/aglomerante mais elevadas o módulo é fortemente influenciado pelas características do agregado graúdo, tendo a matriz da pasta de cimento muito pouca influência no comportamento de deformação do concreto.

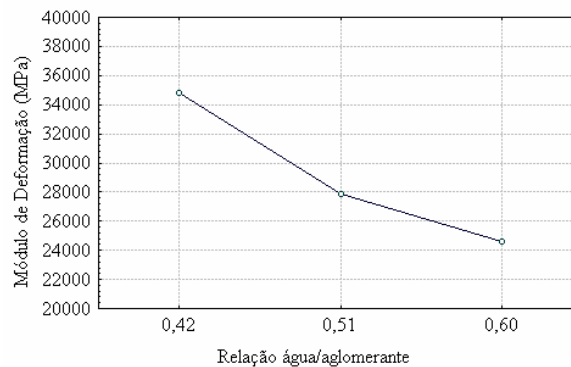


Figura 6.7 – Influência da relação água/aglomerante no módulo de deformação.

Agregados

Através da figura 6.8 é possível verificar que os módulos de deformações encontrados nos concretos produzidos com basalto, aos 28 dias de idade, mostraram-se aproximadamente 3% superiores aos encontrados nos concretos com calcário, indicando que este agregado provavelmente seja menos deformável que o calcário. Nesta figura ainda é possível verificar que o crescimento do módulo de deformação dos concretos com basalto foi mais acelerado que o dos concretos com calcário. Aos 3 e 7 dias o módulo de deformação dos concretos com basalto já atingiu ~73% e ~80%, respectivamente, dos resultados aos 28 dias, enquanto os concretos com calcário atingiram nas mesmas idades ~60% e ~70%. É possível associar este comportamento com uma melhora tardia da zona de transição dos concretos com calcário, devido a reações entre a sílica adicionada e os compostos de cálcio presentes no agregado, como se vê na figura 6.10. Este comportamento nos fornece indícios que, após os 28 dias, os módulos dos concretos produzidos com estes agregados graúdos possam ser semelhantes, ou

ainda, os concretos com calcário possam apresentar resultados superiores de módulo de deformação.

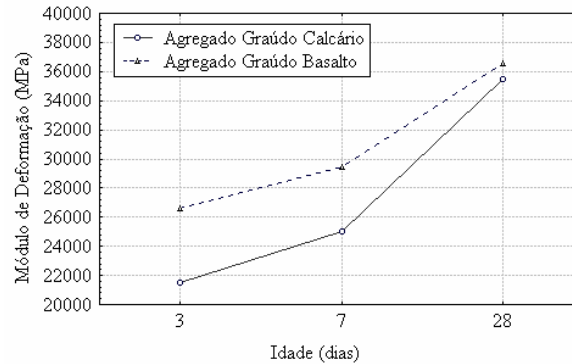


Figura 6.8 – Influência do agregado graúdo e da idade no módulo de deformação.

Na figura 6.9 é possível visualizar a influência do agregado miúdo no comportamento de deformação dos concretos. Como o basalto, a areia, formada por minerais de quartzo, tende a ser mais resistente que o calcário e, conseqüentemente, colabora para um aumento do módulo de deformação do concreto. O acréscimo médio, entretanto, foi de apenas 4%, sugerindo que o fortalecimento da zona de transição, pela presença de finos, pode ter compensado, em grande parte, a menor resistência à deformação dos calcários.

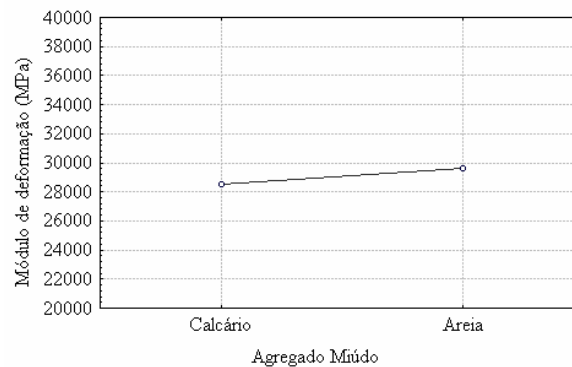


Figura 6.9 – Influência do agregado miúdo no módulo de deformação.

Sílica ativa

A influência da adição de 5% de sílica ativa nas misturas de concreto apresentou comportamento diferenciado em função do tipo do agregado miúdo [Figura 6.10]. Para os concretos com agregado miúdo calcário a adição de sílica foi benéfica para o módulo, em

todas as relações água/cimento. É possível associar este comportamento com a reatividade existente entre a sílica e o agregado calcário, como já foi referido, permitindo formar compostos adicionais que auxiliam na redução da porosidade da matriz e da zona de transição, aumentando a rigidez e gerando concretos menos deformáveis.

Já no caso dos concretos com areia a adição de sílica só foi benéfica na maior relação água/aglomerante. Nas relações 0,42 e 0,51 houve um decréscimo dos valores dos módulos. Este resultado, não esperado, pode estar associado ao pequeno aumento na quantidade de pasta da mistura de concreto, pois, conforme descrito no capítulo 5, a sílica ativa foi acrescentada por adição, e não pela substituição por parte do cimento, aumentando desta forma a quantidade de pasta na mistura. Nas misturas com calcário esta influência não é percebida, pois as matrizes e zonas de transições se tornam menos porosas pelas características do agregado.

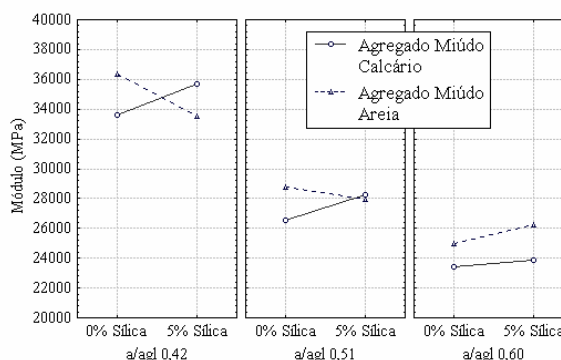


Figura 6.10 – Influência do agregado miúdo, sílica e a/agl no módulo de deformação.

Para caracterizar o comportamento do módulo de deformação foi realizado uma regressão não-linear, sendo obtida a equação 6.2, que apresentou um R^2 de 88,9%.

$$E = 3,663 \cdot \text{gráudo} + 1,372 \cdot \text{miúdo} + 0,058 \cdot \text{sílica} + 115688,3 \cdot (100 \cdot a / \text{agl})^{-2,347} + 5,787 \cdot (\text{idade})^{0,384} \quad \text{Equação 6.2}$$

Onde:

- agregado graúdo pode assumir valor 0 ou 1, para calcário ou basalto, respectivamente;
- agregado miúdo também pode assumir valor 0 ou 1, para calcário ou areia, respectivamente;
- sílica é tomada teores de 0 ou 5%;

- relação água/aglomerante pode assumir os valores de 0.42, 0.51 ou 0.60; e
- idades: 3, 7 ou 28 dias.

Para verificar se os valores de módulo seriam compatíveis com os de concretos cinzas tradicionais, decidiu-se compará-los com a estimativa que seria usada se fosse considerada apenas sua resistência à compressão. A tabela 6.6 apresenta a comparação dos valores experimentais do módulo de deformação e as estimativas previstas pela *NBR 6118/2003 – Projeto e execução de obras em concreto armado* [ABNT, 2003]. Os resultados indicam que os valores reais tendem a ser superiores aos estimados, inclusive quando se usa o agregado graúdo calcário. Em geral, esta diferença é inferior a 20%, mas chega até 40% em alguns casos, onde os valores experimentais foram muito superiores ao esperado. Nota-se que em alguns casos, envolvendo o agregado miúdo areia, a adição de sílica ativa não foi eficiente.

Tabela 6.4 – Comparação entre os dados reais de módulo de deformação obtidos aos 28 dias e estimativa prevista pela NBR 6118/2003.

Materiais	Sílica	a/agl	Módulo Real	Módulo Estimado	real/estimado
			(GPa)		
calcário/calcário	0%	0,42	41,2	37,2	1,11
		0,51	33,7	32,6	1,03
		0,60	29,8	28,5	1,05
	5%	0,42	43,2	38,9	1,11
		0,51	35,8	31,5	1,14
		0,60	31,9	30,2	1,05
basalto/calcário	0%	0,42	43,7	32,6	1,34
		0,51	33,4	29,5	1,13
		0,60	33,8	25,2	1,34
	5%	0,42	44,5	37,7	1,18
		0,51	36,8	32,4	1,14
		0,60	30,6	25,6	1,20
calcário/areia	0%	0,42	39,2	32,9	1,19
		0,51	31,9	29,0	1,10
		0,60	30,4	26,3	1,16
	5%	0,42	36,2	35,7	1,01
		0,51	35,6	30,5	1,17
		0,60	37,1	26,2	1,42
basalto/areia	0%	0,42	43,1	31,3	1,38
		0,51	33,3	29,8	1,12
		0,60	31,7	24,1	1,31
	5%	0,42	42,2	34,7	1,21
		0,51	35,1	28,0	1,26
		0,60	29,7	25,8	1,15

6.4 ANÁLISE ESTÉTICA – COLORIMETRIA

Conforme já mencionado nos capítulos anteriores, a prescrição de um concreto cromático requer parâmetros de controle especiais que, até agora, para concretos convencionais, não eram levados em conta. Isto desperta a preocupação com as características cromáticas obtidas pelo concreto após seu endurecimento.

Sendo o concreto composto pela mistura de diversos materiais, a sua cor final será uma composição das cores originais dos mesmos. Com o objetivo de melhor avaliar o comportamento colorimétrico das misturas de concreto, realizaram-se medidas cromáticas individuais de todos os materiais constituintes. Para as leituras colorimétricas do cimento, da sílica ativa e do metacaulim as medidas foram realizadas, de acordo com o previsto na norma NM 03/2000, com a confecção de pastilhas prensadas [Figura 6.11]. Isto foi possível devido à granulometria extremamente fina apresentada por estes materiais. Já no caso do pó calcário, da areia, do calcário e do basalto, este procedimento padrão não foi possível de ser realizado, e as medidas foram executadas mergulhando o equipamento nos materiais. Este procedimento foi um subterfúgio para ter-se uma idéia dos parâmetros cromáticos destes materiais, já que estes dados serão úteis na análise do comportamento cromático da mistura do concreto.



Figura 6.11 – Pastilhas de metacaulim, sílica ativa e cimento utilizados para as leituras colorimétricas.

Na tabela 6.7 pode-se identificar os parâmetros cromáticos obtidos nestas leituras. Como se observa, os pós apresentam alta luminosidade, pois refletem mais a luz. Já a areia e o basalto apresentam luminosidade baixa e brancura reduzida. A areia e o metacaulim apresentam grandes desvios em b^* , na direção do amarelo, e em a^* , na direção do vermelho.

Tabela 6.5 – Parâmetros colorimétricos dos materiais que compõem a mistura de concreto.

Material	L*	a*	b*	Br ISO
Cimento	92,37	-1,18	3,15	77,97
Sílica Ativa	80,55	-0,94	1,72	56,16
Metacaulim	77,10	10,82	14,72	39,20
Pó Calcário	94,12	0,52	2,22	82,74
Areia	49,20	8,94	22,65	9,30
Calcário	82,12	0,66	1,79	58,68
Basalto	40,59	1,75	4,34	10,31

Entretanto, cabe salientar que os parâmetros cromáticos responsáveis pela cor final do concreto não serão caracterizados por uma soma simples dos parâmetros apresentados pelos materiais originais. O comportamento é mais complexo, porque durante o endurecimento do concreto se criam novas ligações químicas entre os componentes e novos produtos são formados.

Os dados colorimétricos obtidos com as leituras espectrofotométricas realizadas em cada tipo de concreto, aos 30 dias de idade, estão relacionados na tabela 6.8. Estes resultados representam a média das 60 medidas realizadas, tendo sido aplicado um tratamento estatístico prévio para eliminação dos dados atípicos.

Tabela 6.6 – Parâmetros cromáticos das medidas realizada aos 30 dias de idade.

Traço	a/agl Sílica	0,42				0,51				0,60			
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
calcário	0%	83,59	-0,19	5,52	57,73	86,12	-0,17	4,91	63,49	86,79	-0,07	5,20	64,63
calcário	5%	78,37	-0,43	3,98	50,60	80,79	-0,30	3,47	54,83	83,56	-0,21	3,51	59,78
basalto	0%	79,76	0,78	6,33	50,72	83,10	0,74	5,20	57,28	85,58	0,55	4,98	62,02
calcário	5%	77,54	0,17	4,33	48,78	80,39	0,14	3,82	54,01	79,48	0,15	4,28	52,58
calcário	0%	79,15	0,77	7,15	48,95	79,66	0,83	6,93	49,64	81,78	0,57	5,44	54,84
areia	5%	76,25	0,15	5,16	45,77	74,97	0,28	5,09	44,41	78,78	0,16	4,16	51,40
basalto	0%	76,78	1,20	7,20	45,28	80,32	0,97	6,19	51,48	80,36	0,94	5,75	52,97
areia	5%	73,21	0,47	5,60	41,44	77,54	0,38	5,04	48,18	79,25	0,42	4,98	51,78

Após a realização da análise de variância verificou-se que todas as variáveis controladas apresentaram efeito significativo, especialmente na luminosidade e na brancura ISO [anexo IV]. Comentários sobre a análise dos dados obtidos são apresentados a seguir.

Relação água/aglomerante

Conforme a figura 6.12, o aumento da relação água/aglomerante produz um crescimento do parâmetro L^* , indicando que, quanto maior a quantidade de água, mais clara fica a superfície do concreto endurecido. Este crescimento foi de aproximadamente 3% quando a relação água/aglomerante passou de 0,42 para 0,51, ficando em torno de 5% quando se progrediu para 0,60.

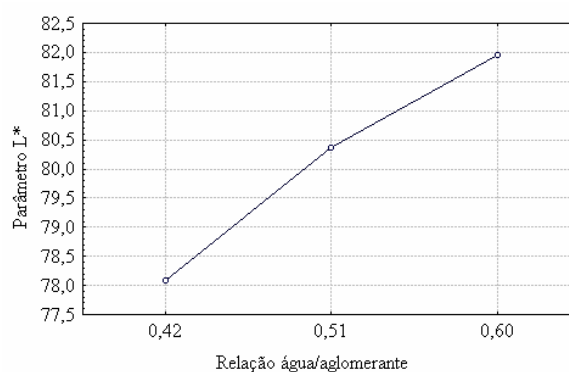


Figura 6.12 – Comportamento do parâmetro L^* para as diferentes relações água/aglomerante.

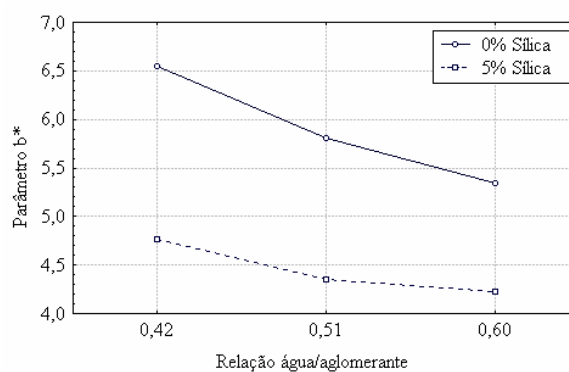


Figura 6.13 – Comportamento do parâmetro b^* para as diferentes relações água/aglomerante.

O aumento da relação água/aglomerante provocou ainda uma leve tendência de desvio do parâmetro a^* para o vermelho do sólido de cores, mas a análise de variância indicou que este efeito não foi significativo. Já para o parâmetro b^* , o aumento da relação água/aglomerante provocou um desvio significativo dos valores para a direção central do sólido de cores. O desvio médio ficou em torno de 10% quando a relação água/aglomerante aumentou de 0,42 para 0,51, e em aproximadamente 15%, quando a mesma aumentou de 0,42 para 0,60 [Figura 6.13]. Isto indica que o concreto tende a ficar mais claro e a reduzir o desvio para os tons

amarelados que lhe era conferido pela presença do cimento e da areia, com o aumento da relação a/aglomerante.

Ao analisar a figura 6.14 pode-se verificar que o conjunto de modificações dos parâmetros colorimétricos, $L^*a^*b^*$, acabou influenciando significativamente a alvura do concreto. A brancura ISO aumentou aproximadamente 6% quando a relação água/aglomerante passou de 0,42 para 0,51, e 12%, quando a mesma atingiu 0,60.

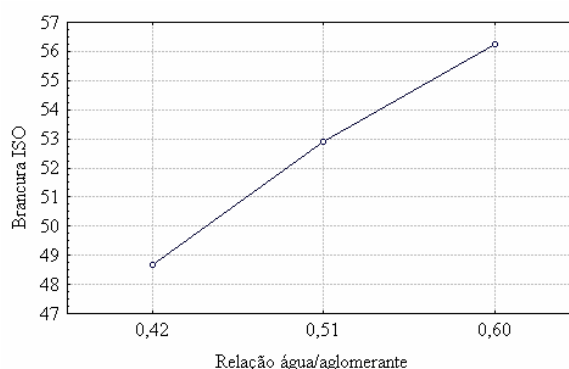


Figura 6.14 – Comportamento da brancura ISO para diferentes relações água/aglomerante.

Estes resultados discordam da observação de San Martin [2000], de que altos níveis de brancura só podem ser atingidos com relações água/aglomerante muito baixas. Uma possível explicação para esta divergência pode estar associada à quantidade de poros superficiais presentes em cada um dos concretos de cada estudo.

Outra possível explicação para os resultados obtidos pode estar associada a uma maior migração dos finos para a superfície dos concretos. Quanto maior a relação água/aglomerante, maior a quantidade de água presente na mistura, facilitando a mobilidade das partículas finas da mistura do concreto e sua migração para a superfície. Paralelamente à redução da relação água/aglomerante ocorre o aumento do percentual de aditivo das misturas. O aditivo superplastificante permite que as partículas sejam repelidas e consigam deslizar melhor, mas ao mesmo tempo este produto aumenta a coesão do concreto, podendo dificultar a migração destes finos para a superfície.

Cabe salientar que estas duas explicações para o aumento da brancura do concreto com a relação água/aglomerante são apenas hipóteses e requerem mais estudos para melhor avaliar o comportamento desta característica.

Agregados

De acordo com o esperado, a tonalidade apresentada por cada tipo de agregado influenciou intensamente as características colorimétricas finais dos concretos. O decaimento do índice de brancura ocorrido na substituição de agregados foi mais intenso no caso do agregado miúdo, mas estatisticamente significativa em ambos os casos.

No caso dos agregados graúdos, o concreto com calcário apresentou valores superiores de parâmetro L^* , mas o decaimento deste parâmetro, na troca por agregado basalto, foi de apenas 1,73% [Figura 6,15].

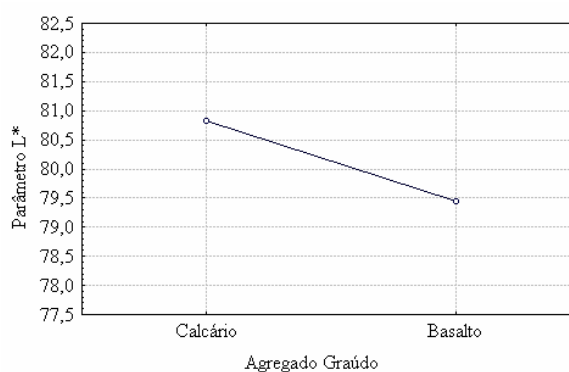


Figura 6.15 – Influência do agregado graúdo no parâmetro L^* .

Já para o parâmetro a^* , a troca do agregado graúdo calcário para o basalto provocou um elevado desvio para a direção do vermelho, com o valor deste parâmetro sendo incrementado 5 vezes nas misturas com agregado graúdo calcário [Figura 6.16]. O desvio para o amarelo, representado pelo acréscimo do parâmetro b^* , foi menos intenso, com o aumento ficando em torno de 5% [Figura 6.16].

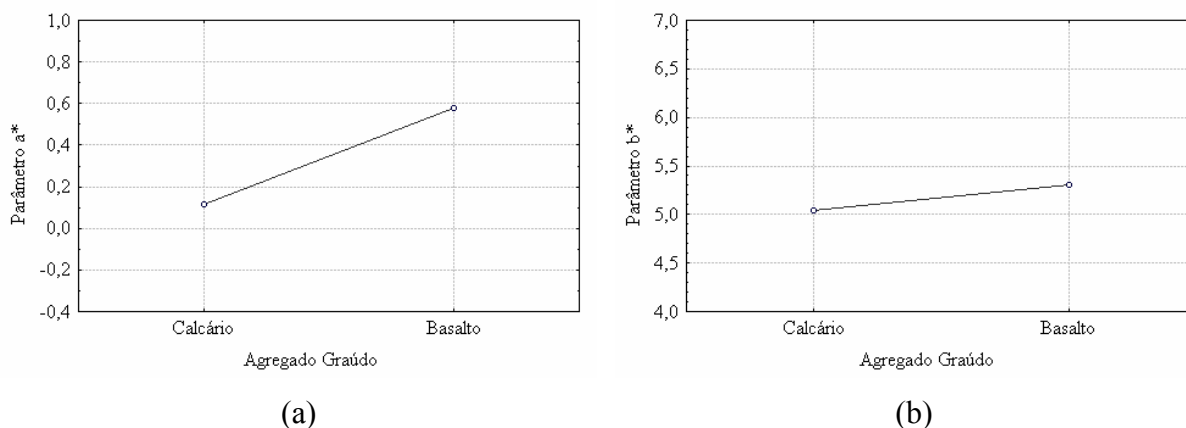


Figura 6.16 – (a) Influência do agregado graúdo no parâmetro a^* ; (b) Influência do agregado graúdo no parâmetro b^* .

O índice de alvura dos concretos produzidos com agregado graúdo basalto ficou em torno de 6%, menor do que apresentado pelas misturas com calcário [Figura 6.17]. Sendo o basalto caracterizado por uma tonalidade escura, esperava-se um decaimento maior para este parâmetro. Acredita-se que a diminuição suave da brancura deve-se ao fato de que a camada superficial, composta pelos finos da mistura do concreto, escondeu a tonalidade escura do basalto. O escurecimento ocorrido pode ter sido provocado pela lavagem inicial do basalto no início da produção do concreto, que pode ter levado para a superfície as partículas finas e o pó presente na superfície deste agregado.

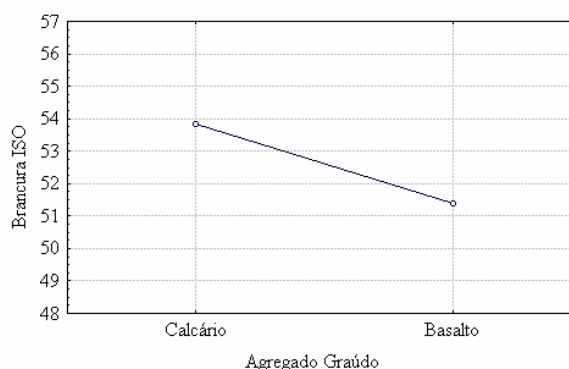


Figura 6.17 – Influência do agregado graúdo na brancura definida pela norma ISO 2470.

A influência do agregado miúdo nos parâmetros colorimétricos do concreto foi intensa, confirmando dados de Fonseca e Nunes [1995], Krasowsky [1997] e BETOCIB [2000], que

sugeriam que a tonalidade dos finos das misturas é a grande responsável pela cor final dos concretos.

O parâmetro L^* teve um decaimento de aproximadamente 4% quando o agregado miúdo calcário foi substituído pela areia, valor que subiu para 6% na combinação com basalto [Figura 6.18].

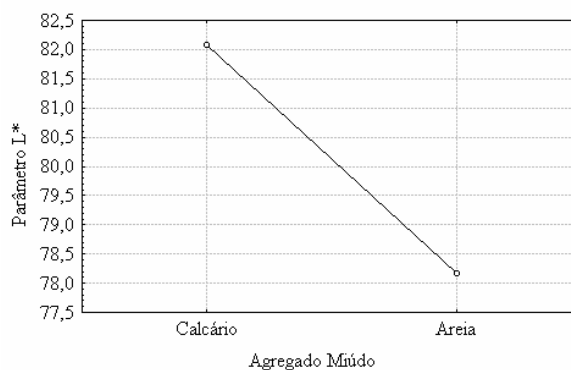


Figura 6.18– Influência do agregado miúdo no parâmetro L^* .

A substituição de agregado miúdo calcário por areia também provocou mudança no parâmetro a^* [Figura 6.19]. A areia gerou um desvio do parâmetro para a direção do vermelho. Na combinação com o basalto este desvio foi de aproximadamente 75%. No caso do calcário, onde o parâmetro a^* estava se direcionando para o verde, a direção foi invertida para o vermelho. Para o parâmetro b^* a mudança também foi intensa, desviando os valores 24% para a direção do amarelo. Estes resultados confirmaram as expectativas, já que a areia possui parâmetros a^* e b^* bem acentuados para estas direções [Tabela 6.7].

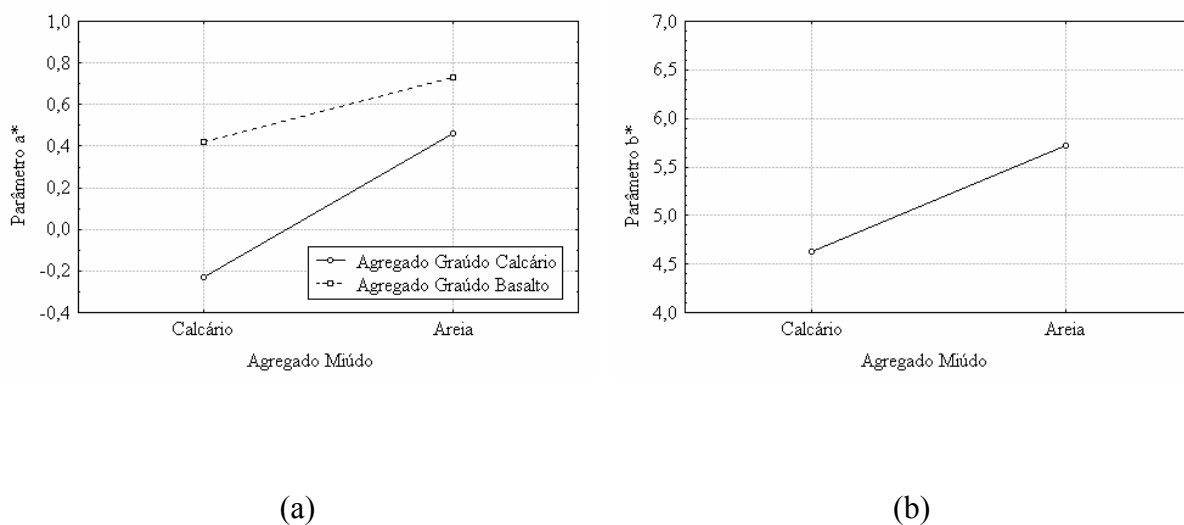


Figura 6.19 – Influência do agregado miúdo no parâmetro (a) a^* ; (b) b^* .

Os valores obtidos nos índices de brancura também confirmam a forte influência da areia nas modificações dos parâmetros cromáticos do concreto [Figura 6.20]. O decréscimo do índice de brancura, quando da substituição do agregado miúdo, ficou em torno de 12%. Este resultado demonstra o quanto pesam os parâmetros a^* e b^* da areia na tonalidade final do concreto.

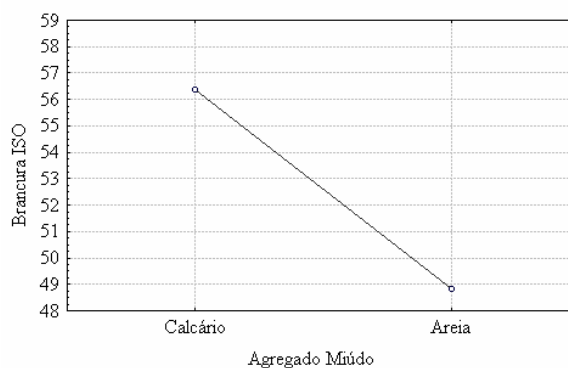


Figura 6.20 – Influência do agregado miúdo no parâmetro de brancura definido pela ISO 2470.

Sílica Ativa

A adição de 5% de sílica ativa provocou um efeito significativo nos parâmetros cromáticos do concreto endurecido. O parâmetro L^* [Figura 6.21] decaiu aproximadamente 5% com o

acréscimo da sílica, diminuindo a luminosidade do material. Os parâmetros a^* e b^* também sofreram alterações. O parâmetro a^* desviou-se cerca de 79% na direção do eixo central do sólido de cores, e o parâmetro b^* , também em direção ao centro, se reduziu em 24% [Figura 6.22]. Esta modificação pode tornar-se interessante na produção de concretos brancos, já que, conforme visto no capítulo 5, quanto mais próximos estes parâmetros estiverem da região central do sólido de cores, mais acromáticos se apresentarão os concretos, com a brancura passando a ser regida apenas pela claridade da cor (L^*).

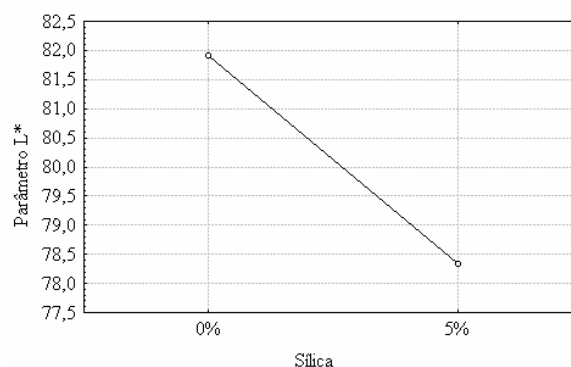


Figura 6.21 – Influência da sílica ativa no parâmetro L^* das misturas de concreto.

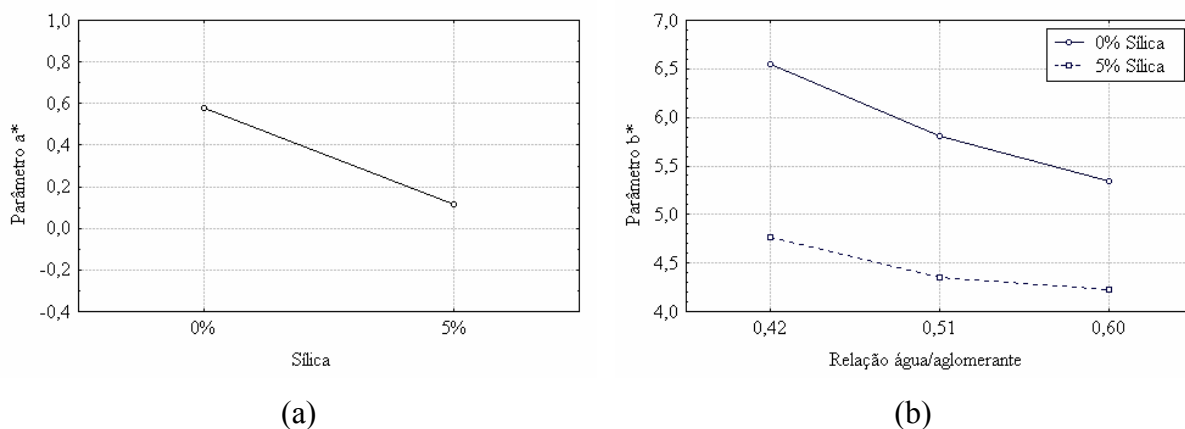


Figura 6.22 – Influência da sílica ativa no parâmetro (a) a^* ; (b) b^* dos concretos.

Adicionalmente, os índices de brancura, caracterizados de acordo com a ISO 2470, decaíram com a adição de sílica [Figura 6.23]. As modificações geradas nos parâmetros cromáticos do concreto onde a sílica foi adicionada foram influenciadas pelas características cromáticas da sílica ativa. Este material possui tonalidade acromática, com valores baixos de L^* . Como a

sílica é um material extremamente fino, acaba migrando para a superfície, influenciando a cor final do concreto.

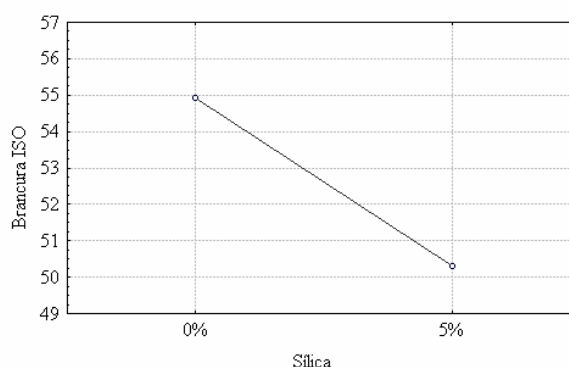


Figura 6.23 – Influência da sílica ativa no parâmetro de brancura definido pela ISO 2470.

6.4.1 Diferenças de Cor

A tabela 6.10 resume as diferenças de cores nas misturas de concreto branco. Como visto nos itens anteriores, as variações na composição dos concretos geram deslocamentos diferentes nos parâmetros $L^*a^*b^*$. Para analisar o efeito conjunto destas alterações de cor pode-se trabalhar com o conceito de diferenças de cor, que são as distâncias entre coordenadas no sólido de cor CIELAB. Analisando a tabela, verifica-se que as maiores diferenças resultam da troca dos agregados graúdos e miúdos e da adição de sílica, conforme já discutido.

Tabela 6.7 – Diferenças de cores entre as combinações de materiais.

ΔE				
Combinações de agregados	a/agl	0,42	0,51	0,60
0% sílica ativa				
calcário/calcário - basalto/calcário		4,03	3,17	1,38
calcário/calcário - calcário/areia		4,83	6,84	5,06
calcário/calcário - basalto/areia		7,15	6,05	6,53
5% sílica ativa				
calcário/calcário - basalto/calcário		1,08	0,69	4,17
calcário/calcário - calcário/areia		2,49	6,07	4,84
calcário/calcário - basalto/areia		5,48	3,67	4,60

Os valores das diferenças de cores obtidas reiteram que o basalto contribui pouco no escurecimento do concreto branco, enquanto a areia exerce uma influência bem maior. É possível perceber, ainda, que a adição de sílica, de uma forma geral, diminuiu o ΔE gerado,

indicando que a inserção deste material neutralizou, em parte, o efeito de escurecimento provocado pela inserção de materiais mais escuros. Já o efeito da mudança da relação água/aglomerante não apresentou um padrão de alteração de comportamento.

6.4.2 Percepção de Cor

Para melhor compreender o que representam, na prática, as variações observadas nos parâmetros cromáticos $L^*a^*b^*$ e no índice de brancura ISO, decidiu-se buscar a opinião das pessoas quanto à cromaticidade dos concretos produzidos. As amostras de concreto foram dispostas em lotes, conforme a relação água/aglomerante. Solicitou-se a um grupo de 20 pessoas, separadamente, que definisse uma ordem de brancura entre as amostras. As respostas indicaram que as amostras de concreto com relação água/aglomerante 0,60 eram reconhecidas como mais brancas que as demais. O escurecimento do concreto, através da adição de 5% de sílica ativa, comprovado através das leituras cromáticas, também se mostrou perceptível visualmente aos entrevistados.

A figura 6.24 apresenta a ordem de brancura definida pelo grupo de entrevistados, onde 1 representa a amostra de concreto considerada como a mais branca e 8 a menos branca. É possível perceber que os extremos, isto é, o concreto com maior brancura e o de menor brancura, foram escolhas quase unânimes. Entretanto, a classificação dos concretos que apresentaram valores intermediários de brancura foram mais variáveis, com certas amostras, oscilando na ordem definida pelos entrevistados. É possível perceber que, nas primeiras colocações, apareceram os concretos sem adição de sílica ativa, e nas últimas, os concretos com adição de sílica ativa. Cabe salientar que este resultado deriva da percepção visual comparativa dos entrevistados e não tem rigor científico, já que a fonte de luz utilizada e outros parâmetros necessários na percepção da cor não foram controlados. Mas o mesmo indica claramente que as leituras cromáticas podem ser relacionadas com a sensibilidade das pessoas e que as variações registradas na pesquisa são perceptíveis a olho nu.

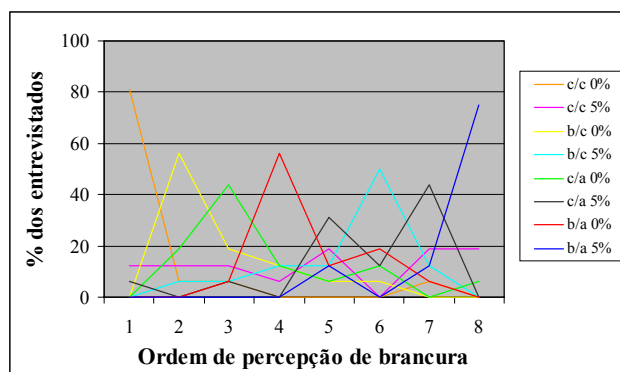


Figura 6.24 – Percepção visual da brancura dos concretos produzidos.

6.4.3 Análise de Cor no Estado Fresco

Sendo a cor um parâmetro de controle fundamental na execução de concretos cromáticos, é interessante, e até mesmo necessário, encontrar um método para controlar o recebimento do concreto em obra. Conforme exposto no capítulo 1, a verificação de uma possível correlação entre a cor no estado fresco e endurecido se enquadra dentro dos objetivos deste trabalho.

Com este objetivo, realizou-se uma análise linear e encontrou-se uma correlação, expressa pelas equações 6.3 a 6.8, para os parâmetros de Luminosidade (L^*) e Brancura ISO. Foi necessário, para se obter um modelo mais representativo, separar os dados de cada relação a/aglomerante, pois as mesmas mostravam tendências de comportamento diferenciadas, como se pode ver nas figuras 6.25 e 6.26.

A análise linear não foi capaz de modelar adequadamente os parâmetros a^* e b^* . Os esforços realizados indicaram que seria possível realizar um modelamento não-linear, mas como uma análise mais profunda deste comportamento não pertence ao escopo deste trabalho, sugere-se a exploração desta possibilidade em trabalhos adicionais.

Relação água/aglomerante: 0,42

$$L^*_{\text{concreto30dias}} = 0,7810 \cdot L^*_{\text{concretofresco}} + 25,498 \quad R^2 = 88,50\% \quad (\text{equação 6.3})$$

$$BrISO_{\text{concreto30dias}} = 0,8275 \cdot BrISO_{\text{concretofresco}} + 21,205 \quad R^2 = 90,74\% \quad (\text{equação 6.6})$$

Relação água/aglomerante: 0,51

$$L^*_{\text{concreto30dias}} = 0,8298 \cdot L^*_{\text{concreto fresco}} + 24,961 \quad R^2 = 88,36\% \quad (\text{equação 6.4})$$

$$BrISO_{\text{concreto30dias}} = 0,9680 \cdot BrISO_{\text{concreto fresco}} + 21,486 \quad R^2 = 90,48\% \quad (\text{equação 6.7})$$

Relação água/aglomerante: 0,60

$$L^*_{\text{concreto30dias}} = 0,8539 \cdot L^*_{\text{concreto fresco}} + 25,075 \quad R^2 = 96,99\% \quad (\text{equação 6.5})$$

$$BrISO_{\text{concreto30dias}} = 0,9900 \cdot BrISO_{\text{concreto fresco}} + 24,321 \quad R^2 = 98,03\% \quad (\text{equação 6.8})$$

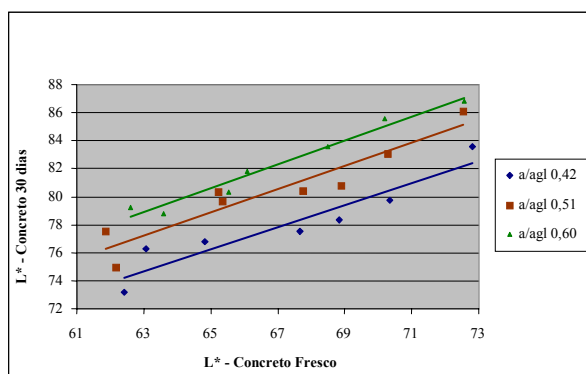


Figura 6.25 – Correlação entre concreto fresco e aos 30 dias de idade na luminosidade (L^*).

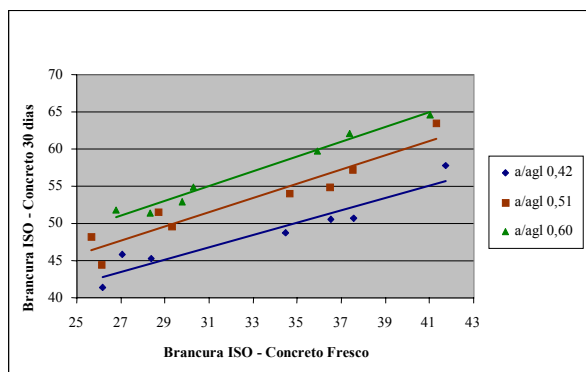


Figura 6.26 – Correlação entre concreto fresco e aos 30 dias de idade na brancura ISO.

6.5 ANÁLISE DA DURABILIDADE ESTÉTICA

Conforme exposto no capítulo 5, os sistemas de proteção definidos para análise nesta pesquisa são constituídos por dois tipos de produtos, sendo eles um verniz acrílico à base água, que atua através da formação de uma barreira de proteção, e um outro, à base de silanos e siloxanos, que possui ação de repelência, pela impermeabilização dos poros.

6.5.1 Mudança Cromática na Aplicação dos Produtos

Antes de analisar os efeitos provocados pela exposição ambiental na cor dos concretos foi necessário avaliar a modificação das características cromáticas originais ocorridas após os mesmos receberem os sistemas de proteção. As medidas foram realizadas após secagem do produto e permanência das amostras durante 7 dias em câmara de sazonalidade. Para garantir que os concretos estivessem na mesma situação de exposição, apenas 1 face foi escolhida para as leituras, sendo realizadas nesta face 5 medidas cromáticas.

Da mesma forma que nos demais ensaios realizou-se uma análise de variância sobre os dados obtidos [Anexo IV]. Os resultados mostraram que os sistemas de proteção modificaram as características cromáticas originais do concreto, e que o comportamento foi distinto para cada tipo de sistema de proteção.

Na análise do parâmetro L^* [Figura 6.27] verifica-se a aplicação do verniz tendeu a diminuir a luminosidade do concreto. Este comportamento é mais pronunciado nas misturas com agregado miúdo calcário, onde o L^* ficou cerca de 2% menor, enquanto que nos concretos com areia a redução foi de 0,6%. Esta diferença pode se originar no fato de que as misturas com areia originalmente se caracterizavam por valores de L^* mais baixos, camuflando um pouco a variação cromática do verniz.

Já para o sistema hidrofugante os concretos com areia seguiram a mesma tendência de diminuição apresentada pelos concretos com verniz, com o L^* sendo reduzido em aproximadamente 1%. Para os concretos com agregado miúdo calcário, entretanto, os valores de L^* subiram cerca de 1,5%. Este comportamento pode estar associado à forma como os hidrofugantes atuam na superfície do concreto, já que este produto se aloja nos poros do concreto. É possível que, desta forma, o mesmo acabe agindo como um espelho, refletindo parte da luz incidente.

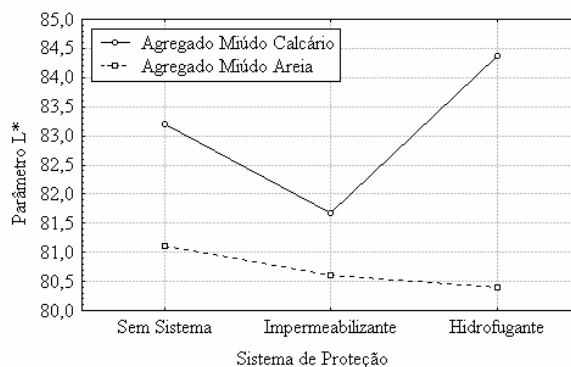


Figura 6.27 – Influência do tipo de sistema de proteção e do agregado miúdo no parâmetro L^* .

Os valores do parâmetro a^* nos concretos em que os sistemas de proteção foram aplicados também apresentaram modificações [Figura 6.28]. Os valores deste parâmetro apresentavam um direcionamento para o vermelho, mas, após a aplicação do verniz, ocorreu uma inversão para a direção do verde. Já no caso do sistema hidrofugante, o desvio para a direção do vermelho se acentuou levemente.

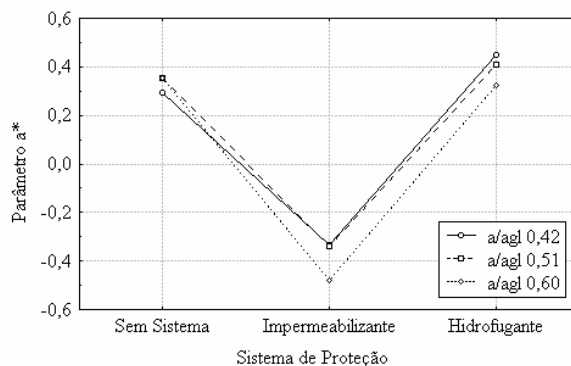


Figura 6.28 – Influência da relação água/aglomerante e do tipo de sistema de proteção no parâmetro a^* .

A aplicação de ambos os sistemas de proteção provocou um desvio do parâmetro b^* para a direção do amarelo [Figura 6.29]. Este desvio foi mais intenso para o verniz, aumentando o parâmetro em torno de 18%, enquanto nos concretos com areia o acréscimo foi de apenas 6%. O desvio mais intenso nas misturas com agregado miúdo calcário foi atribuído ao fato de que estes concretos apresentam alvura mais acentuada, e acabam sendo mais influenciados pelos fatores externos. Além dos mais, os vernizes tem a tendência a amarelar com o passar do tempo.

Já no caso do hidrofugante a intensidade do desvio dependeu do tipo de agregado miúdo. As misturas com areia acentuaram seu desvio em 15%, na presença do verniz, mas nas misturas com calcário este desvio foi bem menos intenso, ficando em torno de 2% [Figura 6.27].

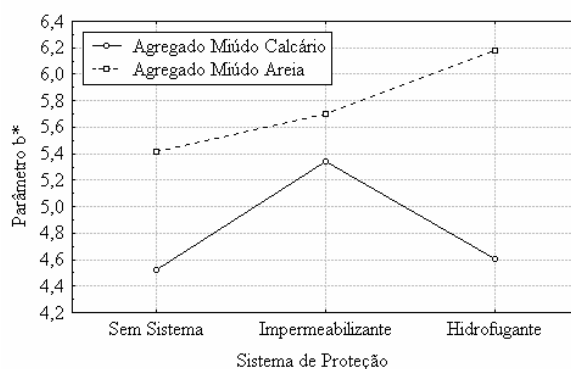


Figura 6.29 – Influência do tipo de sistema de proteção e do agregado miúdo no parâmetro b^* .

Conforme mostra a figura 6.30, os índices de brancura seguiram o mesmo comportamento do parâmetro L^* , confirmando que a análise deste parâmetro é um bom método para avaliar a cor de concretos brancos.

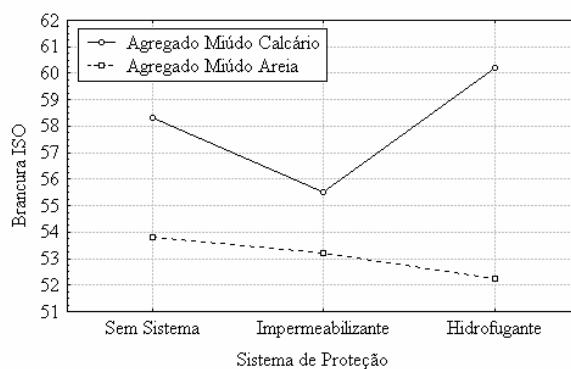


Figura 6.30 – Influência do tipo de sistema de proteção e do agregado miúdo na brancura definida pela norma ISO 2470.

6.5.2 Mudanças Cromáticas devido à Exposição Ambiental

Conforme exposto no capítulo 5, para analisar o comportamento colorimétrico dos concretos brancos submetidos à exposição, tanto em ambiente interno como externo, realizaram-se leituras cromáticas aos 0, 30 e 90 dias de exposição. Como a quantidade de dados coletados é

muito extensa, decidiu-se apresentar os resultados nos anexos 2 e 3 deste trabalho, mantendo aqui somente a discussão das principais tendências observadas.

A análise de variância realizada, cujos resultados se encontram no Anexo III, sobre os dados das leituras colorimétricas dos concretos expostos à ação ambiental indicou que o ambiente ao qual os concretos foram expostos, bem como o tempo de exposição, produziram efeitos significativos.

Em primeiro lugar, é possível perceber [Figura 6.31] que a claridade continuou a aumentar durante o período de exposição dos concretos. O crescimento do L^* foi maior nas amostras de concreto que foram expostas em ambiente externo, sob ação das intempéries. É possível associar este comportamento à perda de umidade interna sofrida pelos concretos, já que os valores de L^* apresentados pelos concretos expostos em ambiente interno e externo se aproximam, aos 90 dias de exposição.

Pode-se perceber ainda que, com a exposição ambiental, a claridade apresentada pelas amostras de concreto com sistema hidrofugante se afastou dos resultados obtidos pelas amostras sem sistema de proteção, ao contrário do que indicavam os dados das leituras colorimétricas realizadas aos 30 dias de idade [Figura 6.31]. Como o maior aumento de claridade ocorreu nas amostras sem sistema de proteção, é possível que estes sistemas estejam interferindo na perda de umidade interna, ou então que o parâmetro L^* apresentado pelo sistema de proteção seja dominante para definição do parâmetro L^* do concreto.

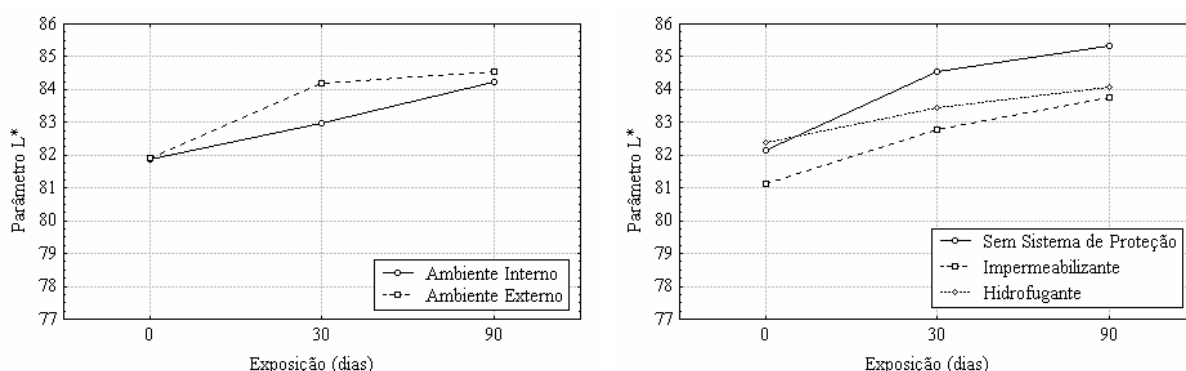


Figura 6.31 – Comportamento da luminosidade dos concretos expostos ambientalmente.

O parâmetro a^* também sofreu uma pequena modificação com o tempo de exposição, sendo que seus valores se afastaram suavemente do centro do sólido de cores, direcionando-se para a

região do vermelho. Da mesma forma que o parâmetro L^* , as maiores modificações ocorreram nas amostras de concreto que foram expostas em ambiente externo. Além disso, as amostras com sistema impermeabilizante geraram modificações mais intensas do que as amostras sem sistema e com hidrofugante. [Figura 6.32]

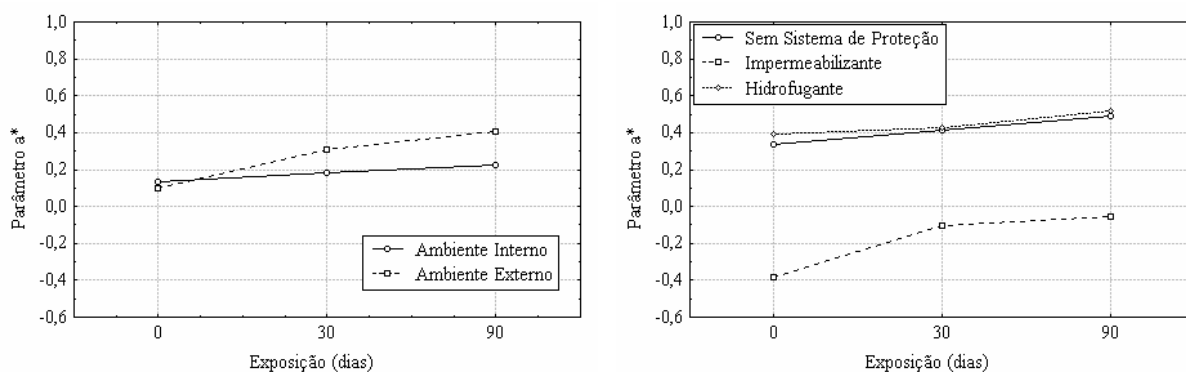


Figura 6.32 – Comportamento do parâmetro a^* após exposição ao ambiente dos concretos.

O parâmetro b^* encontrado nas leituras colorimétricas das amostras de concretos submetidas à exposição teve comportamento similar ao parâmetro a^* até os 30 dias de exposição. Entretanto, seu comportamento se modificou após este período de exposição, sendo que as amostras em ambiente interno mantiveram os mesmos valores apresentados aos 30 dias, mas o b^* das amostras em ambiente externo foi desviado para a direção do amarelo. Este amarelamento ocorreu basicamente nos concretos em que o impermeabilizante foi aplicado, confirmando a tendência de amarelamento da superfície ao longo do tempo provocado pela ação dos raios ultra-violetas sobre a película de verniz [Figura 6.33].

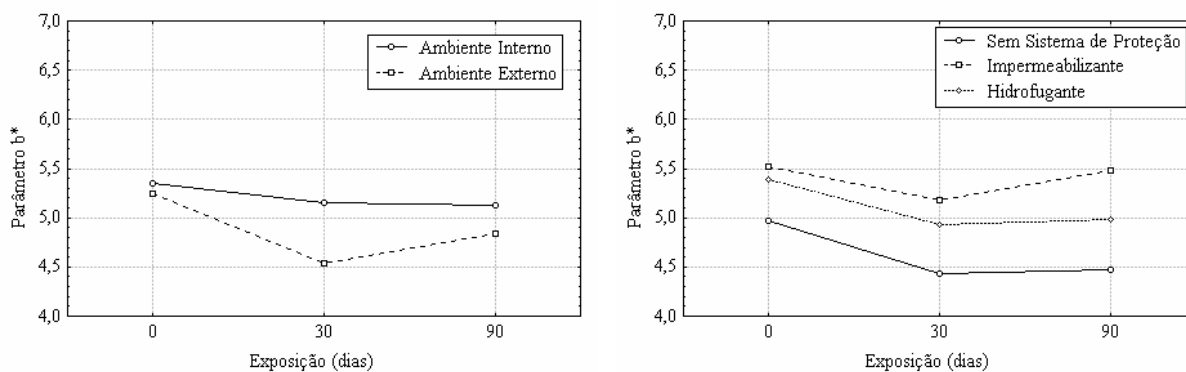


Figura 6.33 – Comportamento do parâmetro b^* dos concretos após exposição ambiental.

Da mesma forma que o parâmetro L^* , a brancura ISO dos concretos expostos aumentou, reiterando o comportamento similar destes dois parâmetros [Figura 6.34].

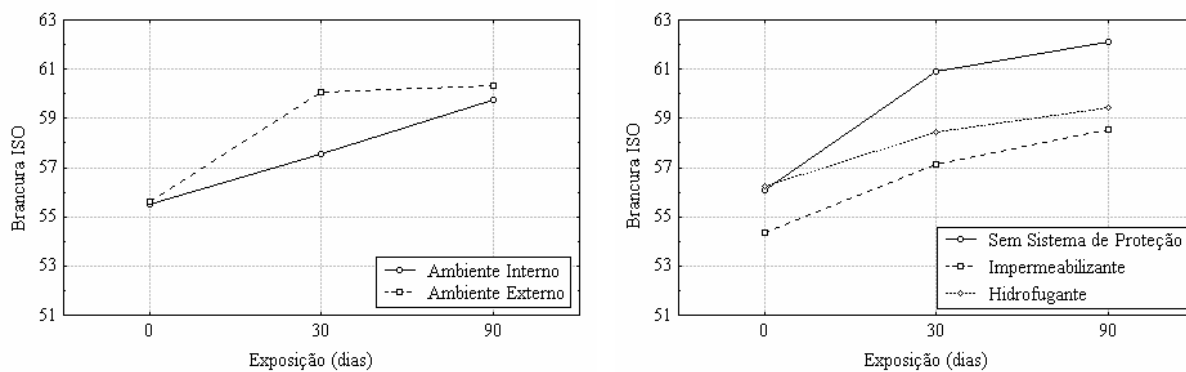


Figura 6.34 – Comportamento da brancura ISO após exposição dos concretos.

Capítulo 7

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões extraídas da pesquisa, obtidas a partir da análise dos resultados dos ensaios de comportamento mecânico e cromático de concretos produzidos com cimento Portland branco estrutural. Serão também discutidas sugestões para futuros trabalhos na área de interesse desta dissertação.

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de concretos cromáticos, em especial concretos brancos, é uma tecnologia inovadora, que se caracteriza por uma emergente demanda no mercado da construção civil. O sucesso na execução destas obras só poderá ser atingido quando se disponibilizar um amplo conhecimento quanto ao seu comportamento estrutural e arquitetônico. Este trabalho de pesquisa buscou colaborar neste sentido, principalmente ao estabelecer e testar uma metodologia para avaliação da cor de concretos cromáticos.

A análise dos dados coletados nos ensaios realizados, contida no capítulo 6, permite tecer uma série de considerações que merecem destaque neste ponto, pois fundamentam as conclusões do trabalho.

Em primeiro lugar, salienta-se que os concretos produzidos com cimento branco apresentaram resultados satisfatórios quanto à capacidade portante, sendo observado que o agregado miúdo calcário contribuiu para o aumento da resistência mecânica. Acredita-se que isto se justifica

pelo fato do mesmo apresentar uma granulometria com fração fina, superior ao convencionalmente utilizado, além de ser potencialmente reativo com as adições utilizadas.

O comportamento do crescimento da resistência à compressão até os 28 dias demonstrou a alta reatividade do cimento branco, sendo aproximadamente 70% da resistência final do concreto atingida já aos 3 dias de idade.

Os resultados dos ensaios de determinação do módulo de deformação apresentaram coerência com valores característicos das faixas de resistências mecânicas trabalhadas. Além disso, os mesmos se mostraram sempre superiores aos estimados pela NBR 6118/2003. A utilização de agregado graúdo de origem basáltica, por ser um material mais resistente que o calcário, produziu concretos menos deformáveis. No entanto, foi possível verificar que a utilização de uma granulometria mais fina, como a existente no agregado miúdo calcário utilizado, pode compensar a utilização de um agregado graúdo menos resistente, como o calcário. Porém, é interessante notar que esta tendência foi observada apenas nas relações água/aglomerante menores, onde a qualidade da matriz e das zonas de transições influenciam mais fortemente o módulo de deformação dos concretos. Pelo mesmo motivo, os valores dos módulos, nos concretos em que a areia de rio foi utilizada, apresentaram-se menores do que os de concreto fabricados com calcário, por que a influencia da menor resistência do agregado foi compensada pela presença de uma grande quantidade de material fino, que atua como microfíler, preenchendo a granulometria e criando pontos de nucleação adicionais.

No tocante às análises cromáticas, o aumento da relação água/aglomerante causou forte variação nos parâmetros cromáticos dos concretos, aumentando a luminosidade (L^*) e direcionando o parâmetro b^* para o centro do sólido de cor do sistema CIELAB. Estas modificações levaram a um aumento da brancura dos concretos, demonstrado através do crescimento do índice da ISO.

Mesmo com o agregado apresentando parâmetros cromáticos escuros, a utilização de basalto não escureceu intensamente o concreto produzido. Isso ocorreu porque a argamassa da mistura de concreto cobriu inteiramente o basalto. Através deste resultado pode-se concluir que rochas de tonalidades escuras podem ser utilizadas como agregado graúdo na produção de concretos brancos. Entretanto, a quantidade de argamassa deve ser suficiente para envolver o agregado e formar uma película de cobertura espessa, caso contrário, sombreamento poderá vir a ocorrer na superfície do concreto. Um fator a ser considerado é a possibilidade da

ocorrência de futuros lascamentos, causando a exposição dos agregados escuros, o que poderá prejudicar a estética da superfície do concreto.

O fenômeno de migração dos finos para a superfície do concreto faz com que a fração fina existente na mistura contribua com mais intensidade na cor final. Desta forma, tanto a adição de sílica ativa como a utilização de areia provocaram uma modificação mais intensa nos parâmetros cromáticos dos concretos, gerando um escurecimento da cor, registrado no parâmetro de brancura ISO.

Um estudo paralelo de avaliação visual da cor, realizado com 20 pessoas, indicou que o olho humano consegue perceber de forma clara o aumento da brancura do concreto com o aumento da relação água/aglomerante, além de identificar a modificação de cor provocada pela adição de sílica ativa.

Já em relação à proteção das superfícies, os resultados obtidos com o espectrofotômetro demonstraram que os dois tipos de sistemas de proteção testados modificaram as características colorimétricas apresentadas pelos concretos. O sistema de proteção impermeabilizante apresentou tendência de amarelamento da superfície com o passar do tempo, desviando o parâmetro b^* para a direção do amarelo. Por outro lado, o sistema hidrofugante ressaltou as características cromáticas originais, reforçando os parâmetros de cor apresentados pelo concreto sem proteção.

As leituras colorimétricas realizadas após exposição interna e externa das amostras de concreto demonstraram que os parâmetros cromáticos $L^*a^*b^*$ sofrem um processo de alteração contínua ao longo do tempo, com a brancura sendo incrementada até, pelo menos, os 90 dias de idade. Como esta alteração foi mais intensa nas amostras que permaneceram em ambiente externo, é provável que este processo seja resultado da perda de umidade interna do concreto, já que, após os 28 dias, as mudanças químicas devido à hidratação são muito tênues.

7.2 CONCLUSÕES

A realização do programa experimental proposto neste trabalho permitiu coletar subsídios para que fossem validadas as hipóteses propostas no capítulo 1, e elaboradas algumas conclusões, apresentadas a seguir.

- Quanto ao comportamento mecânico, o uso do cimento branco não resultou em um comportamento diferente do que seria esperado para concretos produzidos com cimento cinza. O tipo de agregado empregado afetou a deformabilidade do concreto produzido, sendo que, a reatividade e finura do calcário compensou, em parte, a maior rigidez do basalto e da areia;
- Como previsto, a relação água/aglomerante afeta consideravelmente, tanto sob o ponto de vista estatístico como na percepção visual, a cor do concreto resultante, sendo que relações mais elevadas tendem a produzir superfícies mais refletivas, que geram uma maior sensação de brancura;
- O tipo de agregado utilizado influenciou a cor dos concretos produzidos, sendo este efeito mais sentido no caso do agregado miúdo. Portanto, caso se queira produzir concretos brancos, é mais interessante utilizar agregado de rochas de cores claras, como o calcário;
- O efeito dos agregados na cor final do concreto provavelmente se deve à contaminação da pasta com partículas muito finas, que se encontravam aderidas na superfície dos mesmos. No caso de rochas escuras, como o basalto, lavagens especiais poderiam contornar o problema, porém, agregariam custo e sua eficiência necessita ainda ser investigada. Além disso, permaneceriam os problemas eventuais de sombreamento e exposição do agregado, em caso de lascamento, como já referido. Em relação à areia, lavagens não resolveriam o problema, visto que retirariam a sua fração fina. Conseqüentemente, este tipo de agregado só pode ser utilizado quando seu efeito sobre a cor for aceitável ou desejado;
- A estratégia de medição de cor no concreto fresco gerou resultados adequados apenas para o parâmetro L^* . Mais estudos são necessários para que se possa estabelecer um método de controle de qualidade da cor efetivo durante o processo de produção dos concretos cromáticos;
- As medidas colorimétricas, utilizando o sistema de medição CIELAB, se mostraram adequadas para a realização do controle da cor, apresentando sensibilidade suficiente para detectar variações perceptíveis visualmente;
- O uso de sistemas de proteção altera a cor e aparência superficial do concreto, sendo que o agente hidrofugante testado se mostrou mais adequado para utilização neste tipo de material;
- Em termos de durabilidade estética, observou-se que, de fato, a exposição às intempéries provoca uma gradual mudança nos parâmetros colorimétricos. Dos 30 aos 90 dias de

exposição dos corpos de prova mantidos em ambiente externo, não houve aumento significativo da brancura, ao contrário do que ocorreu com os corpos de prova mantidos em ambiente protegido. Acredita-se que isso se deva ao acúmulo de material na superfície, observado visualmente, agregado a uma possível aceleração do processo de secagem. Este resultado indica que as idades de controle usuais podem não se adequar para estimar a cor final de concretos cromáticos, já que estes tendem a ser fabricados com relações a/aglomerante reduzidas e, portanto, são muito densos e perdem umidade lentamente.

- Ainda em termos da manutenção da cor, observou-se que o uso de sistemas de proteção à base de vernizes acrílicos acarreta uma alteração colorimétrica gradual, devido ao amarelecimento da camada protetora sob ação dos raios ultra-violetas.

Deve-se salientar que estas conclusões podem ser consideradas como indicativos importantes mas que estão associados aos materiais e condições experimentais empregados neste trabalho. Sua generalização portanto deve ser feita com cautela, devendo ser validada por trabalhos adicionais.

7.3 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Sendo a produção dos concretos cromáticos, especialmente de concretos brancos, uma tecnologia muito recente no meio técnico, inúmeras incógnitas sobre a mesma permanecem. Dadas as limitações naturais de um trabalho de mestrado, esta pesquisa só pôde abordar uma pequena fração dos aspectos que necessitam ser investigados sobre o comportamento deste tipo de concreto. Sendo assim, muitas são as derivações possíveis para continuação deste estudo. Na opinião da autora, as mais pertinentes envolveriam os seguintes tópicos:

- Aprofundamento do estudo comparativo entre as deformações apresentadas por concretos produzidos com cimento Portland branco estrutural e cimentos tradicionais, para questões como a fadiga, a deformação lenta e a evolução do módulo de elasticidade;
- Análise da durabilidade estética, através das modificações cromáticas, obtidas pela interação do concreto com o meio ambiente, em um período de exposição superior a 90 dias;

- Avaliação de um maior número de tipos de sistemas de proteção, identificando a influência na cromaticidade original do concreto e o desempenho na manutenção da cor ao longo do tempo;
- Aprofundamento no estudo comparativo entre as leituras colorimétricas e a percepção visual da cor de concretos cromáticos;
- Formulação e validação de sistemas de controle de qualidade da cor do concreto, no estado fresco, e da previsão da cor a ser atingida no estado endurecido;
- Verificação da possibilidade de formulação da cor de concretos através da utilização de pigmentos e adições em teores pré-determinados.

REFERÊNCIAS

AÍTCIN, P. C. **Concreto de alto desempenho**. São Paulo: Pini, 2000. Tradução de Geraldo G. Serra.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Manual of concrete practice**. Detroit: American Concrete Institute, v.1, 1991.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E 308-96**: standard practice for computing the colors of objects by using the CIE System. Pennsylvania, 1996.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E 284 –97a**: standard terminology for appearance. Pennsylvania, 1997.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 2244/84**: standard test method for calculation of colour differences from instrumentally measured colour coordinates. Pennsylvania, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217**: agregados - determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9776**: agregados - determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9937**: agregados - determinação da absorção e massa específica de agregado graúdo. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 03:2000**: cimento Portland branco - determinação da brancura. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12989**: cimento Portland branco. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBRNM67**: concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: concreto - ensaio de compressão de corpos cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522**: determinação dos módulos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: moldagem e cura de corpos de prova, cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de Estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2003.

BARATA, M. S. **Concreto de alto desempenho no estado do Pará**: estudo de viabilidade técnica e econômica de produção de concreto de alto desempenho com os materiais disponíveis em Belém através do emprego de adições de sílica ativa e metacaulim. 1998. 167f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BARONI, H. J. M. **Avaliação do comportamento dos deslocamentos transversais ao longo do tempo em vigas de concreto armado não convencional**. 2003. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BATISTA, M. Siloxanos & Silanos: perfeitos hidrorrepelentes para toda situação. **Recuperar**. v. 5, n. 23, p. 14-1, 1998.

BENITEZ, A.; BALZAMO, H.; MIGOYA, E. Estudio de hormigones convencionales elaborados con cemento gris y cemento blanco utilizando un aditivo de doble efecto. In: JORNADAS DE DESARROLLO E INNOVACIÓN, 4., 2002, Argentina. **Anais...** Argentina: [s.n.], 2002.

BENITEZ, A.; BALZAMO, H.; MIGOYA, E. Hormigones de alta prestación elaborados con cemento gris y cemento blanco. In: JORNADAS DE DESARROLLO E INNOVACIÓN, 4., 2002, Argentina. **Anais...** Argentina: [s.n.], 2002.

BETOCIB. El Concreto claro como material de arquitectura. **Revista del ISCYC**. França: BETOCIB, v. 5, n. 16, p. 8-15, 2000. Traducción realizada por el ICPC del documento original publicado por BETOCIB de Francia.

BETTOR. **Obras**: La Sagrada Familia de Barcelona. Barcelona: Bettor MBT, S.A. Departamento Técnico, 8 p., 2000.

BRITISH CEMENT ASSOCIATION. **BS EM 206-1/BS 8500**: coloured concrete. British Cement Association (BCA), 2000. Disponível em: <<http://www.bca.org.uk>>. Acesso em: 20/08/2003.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1988. Tradução de M. Celeste Marcondes, Carlos Wagner Fernandes dos Santos, Beatriz Cannabrava.

CARVALHO, F. C. A.; CALAVERA, J. Estabilidade colorimétrica e influência da incorporação de pigmentos em concretos submetidos a diferentes estados de exposição ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO, 44., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Concreto, 2002.

CIATH – Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnologia del Hormigón. **Estudio de Dosificaciones de Hormignones Blancos y de Color con Áridos Blancos Calcáreos y Cemento Blanco Estructural**. Cap. 5. 13p. Disponível em: <<http://www.efn.uncor.edu>>. Acesso em: 12/09/2003.

CLEAVER, J. Surface and textured finishes for concrete and their impact upon the environment. **Steel Reinforcement Institute of Australia**. Australia: Steel Reinforcement Institute of Australia, [s.n.]. Disponível em: <<http://www.sria.com.au>>. Acesso em: 09/11/2003.

COELHO, F. C. A. A Cor como principal elemento estético. **Construir nordeste**. [s.l.], p. 32-33, 2003.

DABNEY, C. M. Colored architectural concrete. **Concrete Internacional**. Detroit, Mich, US: American Concrete Institute, p.32-35, 1984.

DABNEY, C. M. Impact of color in concrete. **Concrete Internacional**. Detroit, Mich, US: American Concrete Institute, p.20-23, 1990.

DAL MOLIN, D. C. C. **Contribuição ao estudo das propriedades mecânicas dos concretos de alta resistência com adição de microsilica**. 1995, 286f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

FONSECA, A. A.; NUNES, A. Betão Branco: fabrico, características e utilização estrutural. In: JORNADAS DE BETÃO, 1995. **Anais ...** Portugal: FEUP, 1995.

GARCIA, J. C. Normalización de la determinación del color en cementos blancos. **Cemento-Hormigon**. [s.l.], n. 815, p.1120-1133, 2000.

GLIESE, R. **Medição espectrofotométrica de polpas de caulim visando o controle do processo de beneficiamento**. 2003. 148f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

GLIESE, R.; PETTER, C. O. Parâmetros colorimétricos relevantes para a indústria mineral. In: SOUTHERN HEMISPHERE MEETING ON MINERAL TECHNOLOGY, 2001. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, v.3, p.18-22, 2001.

HAMAD, B. S. Investigations of chemical and physical properties of white cement concrete. **Elsevier Science Inc**. Nova York: Elsevier Science Inc., p.161-167, 1995.

HELENE, P.; GALANTE, R. Concreto colorido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIMENTO, 5., 1999. **Anais...** [s.l.]: [s.n.], 1999.

HELENE, P.; PEREIRA, F. **Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. Reparación, Refuerzo y Protección**. São Paulo: Paulo Helene & Fernanda Pereira, 2003.

HENAO CELEDÓN, M. L.; AVENDAÑO VELÁSQUEZ, C. **Concreto arquitectónico: como realizar un buen acabado**. 2. ed. Santa Fé de Bogotá: ASOCRETO-Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 1999.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2470-77: paper and board – measurement of diffuse blue reflectance factor (ISO – brightness)**. Switzerland, 1977.

IZAGUIRRE, J. R. **Cemento Portland artificial y sus aplicaciones**. Madrid: Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, 1975.

JACOB, T.; HERMANN, K. Proteção de las superficies de concreto: impregnaciones hidrófobas. **Construcción y Tecnología**, [s.l.], v. 10, n. 118, p. 18-23, 1998.

KIRCHHEIM, A. P. **Concreto de cimento Portland branco estrutural: avaliação da carbonatação e absorção capilar**. 2003, 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, 2003.

KRASOWSKY, J. Concreto arquitectónico: cuidados especiales en su fabricación. **Construcción y Tecnología**, [s.l.], n. 112, p.6-12, 1997.

LEME. **Análise de Materiais e Definição de traço para utilização na confecção de concreto branco para o Museu Iberê Camargo**. Porto Alegre: Laboratório de Ensaio e Modelos Estruturais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. (Relatório técnico n. 12/2001)

LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E. **Construções de concreto: princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 1, 336p, 1977.

LIMA, E. Tratamento de estruturas em concreto aparente. **Téchne**. São Paulo: Pini, n. 11, 1994.

MAWAKDIYE, A. Traço cromático. **Construção São Paulo**. São Paulo: n. 2617, p. 11-14, 1998.

MBT. **MBT Brasil**. Manual técnico. São Paulo: Master Builders Technologies, 2002.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

MINOLTA. **Precise color communication: Color control from perception to instrumentation**. Japão: Minolta Co. Ltd., 1998.

NERO, J. M. G.; NUNES, A. **Betão Branco: fundamentos para prescrição e utilização do betão branco**. Portugal: Secil Cimentos, 1999.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997. Traduzido por Salvador E. Giammusso.

PALLÁS, O. La fabricación del cemento blanco. **Cemento-Hormigón**. Madrid: Ediciones Cemento S. L., n. 843, p. 10-20, 2002.

PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland**. 11. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

PETTER, C. O.; GLIESE, R. Fundamentos de Colorimetria. **Notas de aula**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

POMEROY, C. D. Benefits of concrete as a construction material. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROTECTION OF CONCRETE, 1990, London. **Anais...** London: E & F.N. Spon, 1990.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. **What is white cement?** In: CONCRETE TECHNOLOGY TODAY. Illinois: Portland Cement Association, v. 20, n. 1, 1999. Disponível em: <<http://www.cement.org>>. Acesso em: 13 agosto 2003.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. **White Concrete:** new avenues of safety. In: CONCRETE INFORMATION. Illinois: PCA, 2002. Disponível em: <<http://www.cement.org>>. Acesso em: 13 agosto 2003.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. White surfaces reflect light better than darker surfaces. **Concrete Report**. Portland Cement Association. Illinois: PCA, [s.n.]. Disponível em: <<http://www.cement.org>>. Acesso em: 13 agosto 2003.

RAMOS, R. R. C. M. **Avaliação do desempenho de sistemas destinados a proteção de concreto aparente**. 1991. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

SAN MARTIN, J. M. G. La última tecnología al hormigón blanco: nueva terminal del aeropuerto de Sondika. **Cemento-Hormigón**. [s.l.], n. 813, p. 895-910, 2000.

SELNA, D.; MONTEIRO, P. J. M. Of our lady of the angels. **Concrete International**. Detroit: American Concrete Institute, p. 26-33, 2001.

SOUZA, P. S. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Estudo da viabilidade do uso de argilas calcinadas, como metacaulim de alta reatividade (MCAR). **Engenharia Civil/Civil Engineering**. Portugal, n. 15. p. 45-54, 2002.

SOUZA, P. S. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Verificação da influência do uso de metacaulim de alta reatividade, proveniente de rejeito industria, na resistência à compressão de concretos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 44., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Concreto, 2002.

SUÁREZ, J. P. La Problemática del empleo del hormigón blanco. **Cemento-Hormigón**. Madrid: Ediciones Cemento S. L., n. 843, p. 66-69, 2002.

TECNOLOGIA do concreto armado. Calçada de Ribeirão Preto em concreto colorido. **Tecnologia do Concreto Armado**. São Paulo: ABCP, ABESC, IBRACON, a. 5, n. 14, p.8-9, 2002.

THOMAS, E. **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

VIEIRA, F. M. P.; KULAKOWSKI, M. P.; VILELA, A. C. F.; DAL MOLIN, D. C. C. Aproveitamento do Pó Gerado na Produção de Ligas de Ferro-Silício Metálico na Construção Civil. In: SEMINÁRIO SOBRE FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO DOS AÇOS, 27., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], p.779-790, 1996.

ANEXO I

**TABELA GERAL - LEITURAS COLORIMÉTRICAS DO CONCRETO
NO ESTADO FRESCO**

Leituras Colorimétricas do concreto no estado fresco														
Materiais	Sílica	Posição	L*	a*	b*	ISO	L*	a*	b*	ISO	L*	a*	b*	ISO
			água/aglomerante: 0,42				água/aglomerante: 0,51				água/aglomerante: 0,60			
calcário/calcário	0%	1	72,93	-2,31	4,29	41,85	72,79	-2,23	4,24	41,66	72,34	-2,09	4,67	40,69
		2	72,69	-2,41	4,30	41,50	72,43	-2,24	4,17	41,20	72,49	-2,15	4,72	40,86
		3	72,52	-2,31	4,15	41,36	72,20	-2,19	4,19	40,86	72,42	-2,08	4,59	40,85
		4	72,91	-2,35	4,17	41,90	72,26	-2,14	4,26	40,88	72,67	-2,17	4,56	41,24
		5	73,09	-2,46	4,27	42,09	72,96	-2,20	4,31	41,85	72,95	-2,17	4,62	41,59
	Média	72,83	-2,37	4,24	41,74	72,53	-2,20	4,23	41,29	72,57	-2,13	4,63	41,05	
	Desvio Padrão	0,22	0,07	0,07	0,30	0,33	0,04	0,06	0,45	0,24	0,04	0,06	0,37	
	Variância	0,47	0,26	0,26	0,55	0,58	0,20	0,24	0,67	0,49	0,21	0,25	0,60	
	5%	1	68,56	-1,79	3,60	36,30	68,81	-1,77	4,02	36,33	68,24	-1,77	3,95	35,63
		2	69,17	-1,81	3,87	36,92	69,24	-1,76	3,96	36,93	68,56	-1,74	4,18	35,88
		3	69,00	-1,73	3,85	36,70	68,69	-1,80	3,89	36,26	68,86	-1,80	3,92	36,46
		4	68,86	-1,78	3,80	36,55	68,66	-1,80	3,97	36,16	68,45	-1,76	4,12	35,78
		5	68,59	-1,76	3,82	36,18	69,02	-1,76	3,95	36,65	68,40	-1,76	4,01	35,79
	Média	68,84	-1,77	3,79	36,53	68,88	-1,78	3,96	36,47	68,50	-1,77	4,04	35,91	
	Desvio Padrão	0,26	0,03	0,11	0,30	0,24	0,02	0,05	0,32	0,23	0,02	0,11	0,32	
	Variância	0,51	0,17	0,33	0,55	0,49	0,14	0,22	0,56	0,48	0,14	0,33	0,57	
basalto/calcário	0%	1	70,31	-1,19	5,08	37,54	70,55	-1,16	5,07	37,85	70,78	-1,34	5,18	38,10
		2	70,34	-1,22	5,19	37,50	70,33	-1,14	5,09	37,54	70,87	-1,31	5,14	38,25
		3	70,01	-1,25	5,04	37,16	69,60	-1,15	4,99	36,65	69,28	-1,30	5,13	36,14
		4	70,68	-1,26	5,21	37,94	70,38	-1,19	5,11	37,61	69,54	-1,31	5,07	36,53
		5	70,38	-1,26	5,11	37,61	70,56	-1,23	4,99	37,93	70,54	-1,32	5,16	37,79
	Média	70,34	-1,23	5,13	37,55	70,28	-1,17	5,05	37,52	70,20	-1,31	5,13	37,36	
	Desvio Padrão	0,24	0,03	0,07	0,28	0,39	0,04	0,06	0,51	0,74	0,01	0,04	0,96	
	Variância	0,49	0,17	0,27	0,53	0,63	0,19	0,24	0,71	0,86	0,12	0,20	0,98	
	5%	1	67,72	-1,13	4,49	34,55	67,76	-1,13	4,53	34,59	68,44	-1,05	4,75	35,29
		2	67,56	-1,14	4,31	34,49	67,71	-1,05	4,37	34,63	68,16	-1,01	4,69	34,96
		3	67,78	-1,07	4,59	34,57	68,12	-1,12	4,44	35,10	66,73	-0,99	4,66	33,18
		4	67,33	-1,08	4,56	34,02	67,23	-1,05	4,38	34,02	67,67	-1,03	4,68	34,35
		5	67,86	-1,15	4,43	34,79	67,91	-1,15	4,39	34,88	67,69	-1,05	4,72	34,36
	Média	67,65	-1,11	4,48	34,48	67,75	-1,10	4,42	34,64	67,74	-1,03	4,70	34,43	
	Desvio Padrão	0,21	0,04	0,11	0,28	0,33	0,04	0,07	0,41	0,65	0,03	0,03	0,81	
	Variância	0,46	0,19	0,34	0,53	0,57	0,21	0,26	0,64	0,81	0,16	0,18	0,90	
calcário/areia	0%	1	64,70	0,13	8,53	28,30	65,58	-0,18	8,02	29,60	65,52	0,06	7,86	29,62
		2	65,06	-0,10	8,55	28,69	65,57	-0,04	8,07	29,55	66,31	-0,27	7,56	30,74
		3	64,80	0,04	8,54	28,40	65,14	0,24	8,45	28,82	66,57	-0,01	8,08	30,71
		4	64,03	-0,04	8,42	27,62	64,90	-0,02	8,00	28,84	63,76	0,30	7,88	27,61
		5	67,08	-0,40	9,01	30,75	65,61	-0,03	7,92	29,70	68,34	-0,52	8,19	32,78
	Média	65,14	-0,07	8,61	28,75	65,36	-0,01	8,09	29,30	66,10	-0,09	7,92	30,29	
	Desvio Padrão	1,15	0,20	0,23	1,18	0,32	0,15	0,21	0,43	1,67	0,32	0,24	1,88	
	Variância	1,07	0,45	0,48	1,09	0,57	0,39	0,45	0,66	1,29	0,56	0,49	1,37	
	5%	1	63,11	-0,39	7,64	27,11	62,35	-0,19	7,37	26,43	63,70	-0,18	6,38	28,48
		2	62,92	-0,30	7,76	26,82	62,68	-0,17	7,65	26,61	64,40	-0,48	6,50	29,21
		3	63,15	-0,42	7,63	27,15	61,34	0,17	7,63	25,19	62,84	-0,09	6,55	27,40
		4	62,62	-0,48	7,10	26,90	61,89	-0,11	7,52	25,85	62,97	-0,23	6,36	27,68
		5	63,46	-0,39	7,82	27,38	62,58	-0,22	7,54	26,56	64,05	-0,29	6,54	28,78
	Média	63,05	-0,39	7,59	27,07	62,17	-0,10	7,54	26,13	63,59	-0,26	6,46	28,31	
	Desvio Padrão	0,31	0,06	0,29	0,22	0,55	0,16	0,11	0,61	0,68	0,15	0,09	0,76	
	Variância	0,56	0,25	0,53	0,47	0,74	0,40	0,34	0,78	0,82	0,38	0,30	0,87	
basalto/areia	0%	1	65,07	0,15	8,46	28,76	65,36	0,28	8,77	28,88	65,53	-0,06	7,41	29,93
		2	65,10	0,16	8,65	28,67	65,04	0,18	8,67	28,59	66,21	-0,12	7,79	30,48
		3	64,51	0,25	8,39	28,17	66,12	0,15	9,10	29,55	65,55	0,03	7,71	29,74
		4	63,78	0,51	8,56	27,24	64,18	0,49	8,89	27,49	64,20	0,35	7,66	28,24
		5	65,60	0,10	8,97	29,04	65,50	0,13	8,66	29,12	66,13	-0,14	7,66	30,47
	Média	64,81	0,24	8,60	28,38	65,24	0,25	8,82	28,73	65,52	0,01	7,65	29,77	
	Desvio Padrão	0,69	0,17	0,22	0,71	0,71	0,15	0,18	0,78	0,81	0,20	0,14	0,92	
	Variância	0,83	0,41	0,47	0,84	0,84	0,38	0,43	0,88	0,90	0,45	0,38	0,96	
	5%	1	62,42	-0,01	7,89	26,21	61,87	0,05	7,80	25,67	64,69	-0,17	7,65	28,83
		2	62,96	-0,07	8,19	26,61	62,15	0,00	7,73	26,01	62,45	0,01	6,92	26,78
		3	62,14	0,08	7,89	25,90	62,03	0,02	7,91	25,78	62,27	-0,02	6,82	26,65
		4	61,41	0,09	7,83	25,17	61,17	0,27	7,92	24,87	60,95	0,60	7,72	24,72
		5	63,16	-0,10	8,09	26,88	62,11	-0,02	7,75	25,95	62,67	-0,07	7,03	26,95
	Média	62,42	0,00	7,98	26,15	61,87	0,06	7,82	25,66	62,61	0,07	7,23	26,79	
	Desvio Padrão	0,69	0,08	0,15	0,67	0,40	0,12	0,09	0,46	1,35	0,31	0,42	1,46	
	Variância	0,83	0,29	0,39	0,82	0,64	0,35	0,30	0,68	1,16	0,55	0,65	1,21	

ANEXO II

**TABELAS - LEITURAS COLORIMÉTRICAS DO CONCRETO AOS 30
DIAS DE IDADE**

Leituras Cromáticas - 30 dias de idade																											
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Calcário																											
Sistema Colorimétrico: L*a*b*														Observador: 10°													
Face	Posição	Adição de Silica Ativa : 0%														Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60					
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*
A	1	84,73	-0,22	4,87	60,57	88,84	0,11	4,45	68,91	87,34	-0,13	5,15	65,27	80,06	-0,48	3,13	53,94	83,56	0,01	3,74	59,51	87,40	-0,08	2,98	NO		
	2	84,36	-0,22	5,08	59,68	89,06	0,05	4,10	69,74	87,35	-0,14	5,11	65,30	81,98	-0,48	2,98	NO	82,79	-0,07	3,95	57,91	86,38	0,04	3,37	65,18		
	3	83,53	-0,29	4,79	58,43	88,59	0,18	4,35	68,49	86,03	-0,12	5,06	62,82	78,61	-0,58	3,71	50,99	82,86	-0,14	3,78	58,22	85,14	-0,17	3,16	63,03		
	4	82,25	-0,17	5,93	55,07	88,14	0,05	4,30	67,64	86,83	-0,08	4,75	64,64	77,99	-0,61	3,53	50,15	82,87	-0,08	4,05	57,97	85,74	-0,20	2,86	64,48		
	5	83,25	-0,26	6,05	56,72	87,65	0,25	4,62	66,32	86,36	-0,05	4,76	63,73	79,50	-0,61	3,37	52,79	83,18	0,08	3,64	58,92	86,19	-0,04	3,14	65,06		
B	1	83,16	-0,23	5,31	57,27	84,77	-0,33	5,60	59,93	86,50	-0,41	4,69	64,10	76,05	-0,59	4,27	46,45	82,19	-0,33	3,55	57,27	80,35	-0,32	3,67	53,95		
	2	80,52	-0,20	5,96	52,12	87,75	-0,12	4,56	66,67	86,45	-0,33	5,12	63,57	77,12	-0,63	4,62	47,82	81,70	-0,32	3,66	56,28	80,44	-0,52	2,97	54,74		
	3	81,17	-0,13	6,12	53,05	84,08	-0,05	6,09	58,19	85,12	-0,07	6,11	60,03	73,32	-0,63	3,82	42,65	NO	-0,50	2,49	NO	NO	-0,39	3,18	55,32		
	4	81,08	-0,19	4,73	54,19	83,61	-0,31	5,82	NO	86,50	-0,35	5,28	63,50	71,55	-0,45	4,62	NO	82,00	-0,27	3,43	57,04	81,20	-0,31	3,42	55,64		
	5	82,51	-0,14	5,44	56,00	84,83	-0,39	5,84	59,82	85,09	-0,23	5,18	60,95	73,01	-0,61	3,97	42,11	82,27	-0,27	3,60	57,35	81,88	-0,40	3,14	57,12		
MÉDIA		82,65	-0,21	5,43	56,31	86,73	-0,05	4,97	65,08	86,36	-0,19	5,12	63,39	76,92	-0,57	3,80	48,36	82,60	-0,19	3,59	57,83	83,56	-0,24	3,19	59,39		
DESVIO PADRÃO		1,41	0,05	0,55	2,78	2,14	0,22	0,77	4,48	0,78	0,13	0,40	1,73	3,40	0,07	0,58	4,42	0,60	0,18	0,43	0,98	2,84	0,18	0,24	4,90		
VARIÂNCIA		2,00	0,00	0,30	7,71	4,60	0,05	0,59	20,04	0,61	0,02	0,16	3,00	11,56	0,00	0,33	19,50	0,36	0,03	0,18	0,97	8,05	0,03	0,06	23,98		
A	1	83,88	-0,24	6,39	57,51	88,06	0,08	4,82	66,95	85,83	-0,22	4,63	62,88	77,00	-0,55	3,57	48,49	79,31	-0,45	3,14	52,65	82,26	-0,35	3,53	57,39		
	2	85,48	-0,31	5,66	61,17	87,41	-0,03	4,87	65,62	87,10	-0,23	4,74	65,18	76,92	-0,55	3,94	48,05	82,62	-0,28	2,88	NO	77,58	-0,19	5,07	48,08		
	3	83,18	-0,17	6,11	56,52	87,16	-0,07	5,27	64,72	86,56	-0,25	4,64	64,24	73,32	-0,56	4,53	42,12	81,03	-0,40	2,78	55,93	83,76	-0,18	3,19	60,43		
	4	84,72	-0,18	5,65	59,72	87,13	-0,12	5,33	64,60	85,75	-0,03	5,56	61,77	72,84	-0,66	3,72	42,06	78,98	-0,39	3,21	52,05	79,56	-0,42	3,55	52,71		
	5	84,62	-0,01	6,18	59,04	87,31	-0,07	4,74	65,58	86,42	-0,16	4,84	63,78	74,35	-0,43	4,24	43,85	79,83	-0,37	3,43	53,25	83,05	-0,42	2,88	59,46		
B	1	82,52	-0,16	6,33	55,21	84,74	-0,34	5,22	60,27	86,37	-0,28	4,77	63,74	76,48	-0,55	4,66	46,77	79,20	-0,61	3,76	51,95	81,29	-0,36	3,09	56,10		
	2	84,37	-0,32	5,43	59,34	85,89	-0,23	5,25	62,35	86,16	-0,30	4,97	63,15	73,87	-0,52	4,56	42,90	77,82	-0,53	3,63	49,79	79,71	-0,38	3,39	53,09		
	3	82,00	0,48	6,03	54,55	84,16	-0,38	5,59	58,83	80,90	-0,26	7,23	NO	72,43	-0,54	4,87	40,58	79,92	-0,53	4,07	46,40	NO	-0,44	4,07	NO		
	4	83,60	-0,30	5,99	57,40	84,74	-0,33	5,46	60,03	83,61	-0,29	5,98	57,47	74,46	-0,40	4,81	43,56	76,45	-0,64	3,93	47,38	82,84	-0,30	3,37	58,60		
	5	84,14	-0,38	4,51	59,85	85,31	-0,30	5,36	61,18	82,15	-0,21	7,39	NO	72,66	-0,39	4,69	41,03	76,29	-0,63	3,54	47,42	80,91	-0,30	3,20	55,33		
MÉDIA		83,85	-0,16	5,83	58,03	86,19	-0,18	5,19	63,01	85,08	-0,22	5,47	62,78	74,43	-0,51	4,36	43,94	78,75	-0,48	3,44	50,76	81,22	-0,29	3,53	55,69		
DESVIO PADRÃO		1,05	0,25	0,56	2,15	1,38	0,16	0,29	2,83	2,11	0,08	1,06	2,37	1,77	0,08	0,47	2,86	2,16	0,12	0,43	3,20	2,00	0,19	0,63	3,90		
VARIÂNCIA		1,11	0,06	0,31	4,64	1,91	0,02	0,08	8,00	4,46	0,01	1,12	5,60	3,14	0,01	0,22	8,16	4,67	0,02	0,19	10,26	3,98	0,03	0,39	15,24		
A	1	86,72	-0,09	5,06	64,08	87,63	-0,25	4,09	66,92	86,74	-0,26	4,59	64,69	82,48	-0,23	3,54	57,75	80,67	-0,42	3,22	54,23	85,25	-0,18	3,27	63,17		
	2	90,63	0,19	4,36	NO	86,49	-0,14	4,50	64,27	85,22	-0,14	4,56	61,80	81,23	-0,37	3,73	55,38	82,25	-0,19	3,03	57,85	83,95	-0,18	4,20	59,81		
	3	88,10	-0,07	5,05	66,74	86,68	-0,11	4,82	64,33	86,45	-0,08	5,45	63,18	80,58	-0,38	3,98	54,03	80,43	-0,41	2,75	54,93	84,42	-0,08	3,54	61,30		
	4	87,78	-0,15	4,83	66,39	86,12	-0,14	4,38	63,68	85,84	-0,06	5,44	62,06	81,19	-0,27	3,96	55,07	79,85	-0,38	2,70	53,97	84,16	-0,16	3,72	60,64		
	5	87,49	-0,05	4,90	65,73	86,11	-0,12	4,70	63,32	85,04	-0,14	5,33	60,65	82,01	-0,35	3,69	56,77	80,39	-0,38	3,01	54,62	85,05	-0,17	3,41	62,62		
B	1	84,31	-0,44	4,15	60,54	87,24	-0,09	4,56	65,65	86,36	-0,19	5,30	63,18	81,31	-0,52	3,00	56,26	78,97	-0,39	3,75	51,53	84,13	-0,02	4,06	60,25		
	2	83,73	-0,29	4,67	58,92	87,44	-0,29	4,18	66,44	86,52	-0,14	5,09	63,69	83,89	-0,27	2,95	NO	79,71	-0,43	4,05	52,52	84,52	-0,06	4,03	60,98		
	3	85,15	-0,23	4,50	61,75	85,80	-0,22	4,91	62,52	NO	-0,39	7,16	NO	79,66	-0,52	3,71	52,74	77,39	-0,38	4,26	48,52	82,23	-0,06	4,53	56,37		
	4	83,20	-0,25	5,67	57,03	84,01	-0,26	5,07	NO	84,27	-0,11	6,01	58,60	78,90	-0,40	4,30	50,92	76,72	-0,52	3,27	48,31	84,66	-0,20	3,75	61,55		
	5	82,72	-0,39	5,08	56,72	85,24	-0,14	4,83	61,56	86,16	-0,12	5,23	62,89	80,47	-0,59	3,23	54,55	79,24	-0,29	4,12	51,65	80,95	-0,09	3,51	NO		
MÉDIA		85,98	-0,18	4,83	61,99	86,28	-0,18	4,60	64,30	85,84	-0,16	5,42	62,30	81,17	-0,39	3,61	54,83	79,52	-0,38	3,42	52,81	83,93	-0,11	3,80	60,74		
DESVIO PADRÃO		2,56	0,18	0,43	3,94	1,10	0,07	0,32	1,78	0,83	0,10	0,74	1,81	1,42	0,12	0,44	2,09	1,58	0,09	0,58	2,95	1,33	0,08	0,40	1,96		
VARIÂNCIA		6,57	0,03	0,19	15,53	1,20	0,01	0,10	3,16	0,69	0,01	0,55	3,28	2,02	0,01	0,19	4,38	2,50	0,01	0,34	8,70	1,77	0,01	0,16	3,83		
A	1	83,19	-0,26	4,76	57,84	87,46	-0,24	4,18	66,46	86,64	-0,12	5,45	63,54	79,72	-0,50	4,04	52,53	85,51	-0,05	3,12	63,77	86,67	-0,08	3,32	65,79		
	2	82,63	-0,32	5,93	55,74	87,08	-0,23	4,66	65,25	87,54	-0,34	4,93	65,84	78,69	-0,43	4,16	50,70	86,38	-0,09	2,99	65,59	84,55	-0,14	4,18	60,88		
	3	83,21	-0,32	4,84	57,81	87,25	-0,21	4,25	65,98	85,27	-0,08	5,57	60,86	77,23	-0,56	4,34	48,22	81,91	-0,14	2,83	64,85	84,78	-0,21	3,59	61,91		
	4	83,82	-0,35	5,09	58,68	86,79	-0,45	4,12	65,29	86,65	-0,13	4,41	64,65	78,63	-0,53	4,26	50,53	84,45	-0,20	3,15	61,73	84,96	-0,19	3,75	62,10		
	5	82,06	-0,32	5,33	55,31	85,89	-0,26	4,52	63,10	85,92	-0,33	4,98	62,69	78,27	-0,48	4,23	49,99	85,51	-0,14	2,74	64,13	84,84	-0,16	3,61	62,00		
B	1	84,32	-0,07	5,51	59,17	88,01	-0,19	3,78	68,02	87,89	0,21	5,14	66,27	82,37	-0,24	3,40	57,70	82,59	-0,32	3,55	57,96	NO	-0,34	3,57	NO		
	2	83,61	-0,06	5,43	57,95	86,67	-0,23	4,32	64,79	89,88	0,10	4,27	NO	82,65	-0,23	3,13	58,45	81,97	-0,27	3,57	58,87	81,64	-0,33	4,44	56,40		
	3	82,62	-0,17	6,05	55,63	84,90	-0,31	4,14	61,61	88,25	0,02	5,05	67,06	82,19	-0,31	2,98	57,78	80,83	-0,39	3,50	54,94	83,34	-0,40	2,98	59,91		
	4	82,26	-0,35	5,64	55,39	86,09	-0,26	4,18	63,83	86,96	-0,01	5,69	63,90	83,00	-0,29	3,36	58,88	81,08	-0,37	3,76	55,12	84,18	-0,20	3,24	61,18		
	5	81,51	-0,06	6,67	53,13	85,41	-0,27	4,15	62,55	88,06	0,16	5,20															

Leituras Cromáticas - 30 dias de idade																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Calcário																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*										Observador: 10°						Iluminante: D65									
Face		Posição		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%									
				Rel. água/aglomerante: 0,42			Rel. água/aglomerante: 0,51			Rel. água/aglomerante: 0,60			Rel. água/aglomerante: 0,42		Rel. água/aglomerante: 0,51		Rel. água/aglomerante: 0,60								
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO				
A	1	81,84	0,60	5,53	54,76	82,58	0,73	5,19	56,33	85,66	0,54	4,80	62,35	78,06	0,22	4,48	49,38	79,62	0,14	3,92	52,43	79,02	0,14	4,92	50,59
	2	79,30	0,84	7,35	48,89	83,11	0,82	5,45	57,02	86,34	0,60	4,81	63,62	76,77	0,11	4,98	46,94	78,32	0,12	3,80	50,41	76,67	0,05	4,35	NO
	3	78,08	0,71	7,21	47,08	81,70	0,83	5,79	54,23	85,82	0,57	4,91	62,54	78,08	0,32	4,95	49,04	79,61	0,15	4,18	52,21	80,74	0,18	5,02	53,36
	4	79,78	0,68	6,59	50,32	82,56	0,78	5,51	55,97	86,01	0,50	5,03	62,77	76,33	0,28	5,31	45,98	77,88	0,26	4,62	49,00	80,20	0,18	5,10	52,37
	5	78,74	0,87	6,56	48,65	83,18	0,82	5,62	56,99	85,95	0,60	4,73	62,99	76,01	0,13	4,26	46,33	78,71	0,18	4,22	50,68	76,46	0,13	4,76	NO
B	1	82,25	0,76	5,16	55,78	82,87	0,58	5,35	56,73	84,73	0,61	4,78	60,64	73,32	0,25	4,88	41,82	82,36	0,06	3,34	57,73	83,22	0,19	3,99	58,65
	2	82,95	0,76	5,55	56,64	82,41	0,54	5,76	55,55	86,87	0,67	4,61	64,85	75,30	0,15	4,52	45,05	82,85	0,10	3,07	58,86	83,47	0,22	4,13	58,97
	3	81,97	0,94	6,18	54,35	82,73	0,69	5,93	55,94	86,17	0,61	4,58	63,54	74,29	0,14	4,99	43,16	83,83	0,23	3,18	NO	82,19	0,13	4,38	56,44
	4	78,86	0,78	6,11	49,26	82,76	0,77	5,20	56,64	85,13	0,45	4,26	61,93	73,33	0,23	4,84	41,87	80,74	0,12	3,42	54,82	82,17	0,20	4,29	56,49
	5	79,19	0,82	6,20	49,68	80,50	1,05	5,94	52,02	85,55	0,62	4,46	62,46	71,62	0,13	4,54	39,68	82,47	0,07	3,15	58,10	82,64	0,20	4,30	57,31
MÉDIA		80,30	0,78	6,24	51,54	82,44	0,76	5,58	55,74	85,82	0,58	4,76	62,77	75,31	0,19	4,78	44,93	80,64	0,14	3,69	53,80	80,68	0,16	4,52	55,52
DESVIO PADRÃO		1,76	0,10	0,71	3,46	0,80	0,14	0,28	1,55	0,61	0,06	0,22	1,12	2,15	0,07	0,31	3,22	2,11	0,07	0,54	3,70	2,57	0,05	0,39	3,06
VARIÂNCIA		3,10	0,01	0,51	11,96	0,64	0,02	0,08	2,40	0,37	0,00	0,05	1,25	4,61	0,01	0,10	10,39	4,46	0,00	0,29	13,66	6,61	0,00	0,19	9,37
A	1	80,61	0,91	6,91	51,38	81,56	0,84	5,25	54,50	87,41	0,51	4,68	65,85	79,01	-0,06	2,88	52,38	82,29	0,18	3,78	57,20	75,44	0,22	5,46	44,49
	2	80,65	0,87	6,38	51,92	82,26	0,68	4,29	56,62	86,31	0,53	4,83	63,56	79,88	0,00	3,01	53,76	84,14	0,19	3,67	60,65	78,94	0,09	5,39	50,76
	3	76,38	0,72	6,82	44,79	80,88	0,74	5,08	53,48	86,20	0,43	5,20	62,97	76,32	0,11	3,94	47,10	83,10	0,15	3,88	58,55	75,42	0,13	4,52	44,57
	4	77,09	0,83	7,02	45,70	81,54	0,73	4,84	54,85	85,85	0,52	4,59	62,90	77,54	0,11	3,42	49,46	84,47	0,32	3,07	NO	76,28	0,12	4,95	46,20
	5	78,19	0,95	7,27	47,18	80,20	0,77	4,64	52,72	86,35	0,51	5,02	63,44	78,61	0,04	3,10	51,49	83,31	0,22	3,37	59,39	74,24	0,40	5,02	43,01
B	1	79,58	0,77	6,51	50,08	82,43	0,75	5,24	56,01	86,79	0,58	4,60	64,69	78,24	0,15	4,11	50,00	80,60	0,31	4,56	53,51	79,30	0,38	4,88	51,06
	2	77,80	1,05	6,96	46,80	82,36	0,70	5,25	55,90	86,81	0,56	4,05	65,32	78,51	0,11	3,99	50,55	78,70	0,39	4,87	50,10	77,44	0,40	4,54	48,35
	3	79,12	0,85	7,35	48,59	82,32	0,71	4,72	56,35	84,59	0,59	5,38	NO	76,05	0,07	4,56	46,17	77,47	0,36	4,68	48,29	78,28	0,14	4,65	49,94
	4	77,41	0,76	7,00	46,20	81,70	0,74	4,65	55,30	87,16	0,63	4,66	65,33	77,14	0,04	4,18	48,19	79,66	0,34	4,81	51,70	78,57	0,26	4,85	49,92
	5	74,54	0,89	7,23	NO	81,02	0,86	5,20	53,60	86,86	0,61	4,57	64,85	78,88	0,08	3,38	51,68	77,51	0,35	5,30	NO	78,82	0,23	5,13	50,06
MÉDIA		78,14	0,86	6,94	48,07	81,63	0,75	4,92	54,93	86,43	0,55	4,76	64,32	78,02	0,06	3,66	50,68	81,12	0,28	4,20	54,92	77,29	0,22	4,94	47,84
DESVIO PADRÃO		1,92	0,10	0,32	2,56	0,75	0,06	0,34	1,34	0,80	0,06	0,37	1,12	1,23	0,06	0,57	2,40	2,69	0,09	0,74	4,64	1,81	0,11	0,31	3,00
VARIÂNCIA		3,69	0,01	0,10	6,55	0,56	0,00	0,11	1,78	0,64	0,00	0,14	1,25	1,51	0,00	0,33	5,75	2,23	0,01	0,54	21,53	3,28	0,01	0,09	8,97
A	1	81,02	0,78	5,97	52,92	81,71	0,63	4,83	55,15	84,09	0,60	5,83	58,41	76,93	0,24	4,60	47,48	83,08	0,16	3,76	58,63	82,89	0,08	3,55	58,49
	2	81,09	0,70	6,19	52,85	83,07	0,68	4,65	57,71	85,04	0,67	5,83	60,15	78,17	0,25	4,43	49,62	82,81	-0,02	3,61	58,31	82,76	0,12	3,35	58,44
	3	NO	0,75	7,24	NO	82,46	0,66	4,69	56,58	82,90	0,51	5,37	56,73	78,84	0,28	4,69	50,48	83,09	-0,09	2,73	59,65	78,53	0,08	3,28	51,22
	4	76,96	0,83	7,97	NO	81,78	0,49	4,20	55,88	83,31	0,53	6,12	56,76	75,73	0,16	4,76	45,51	82,53	0,09	3,74	57,67	78,65	0,02	3,95	50,83
	5	79,27	0,88	6,87	49,25	81,58	0,69	5,27	54,51	82,95	0,52	6,13	56,12	78,65	0,27	4,69	50,16	83,16	0,09	3,66	58,85	79,49	0,03	3,42	52,69
B	1	83,22	0,65	5,02	57,61	83,96	0,87	5,38	58,60	85,71	0,63	5,11	62,10	79,71	0,35	4,64	51,93	82,87	0,19	3,39	58,60	84,63	0,16	3,94	61,29
	2	83,96	0,78	4,85	NO	83,22	0,71	5,22	57,44	85,94	0,68	4,81	62,82	78,97	0,21	4,60	50,78	82,90	0,28	3,78	58,27	84,30	0,10	4,02	60,59
	3	79,37	0,61	6,64	49,62	82,42	0,69	5,81	55,47	84,86	0,52	5,50	60,17	76,70	0,17	5,01	46,79	NO	0,28	4,51	NO	83,54	0,25	4,25	58,98
	4	81,43	0,60	5,08	54,43	82,55	0,82	5,72	55,78	83,92	0,54	5,83	58,14	78,38	0,23	4,58	49,80	81,30	0,12	3,45	55,75	84,38	0,17	3,72	61,04
	5	82,99	0,78	4,95	57,28	81,63	0,78	5,85	54,07	87,36	0,62	4,53	NO	77,85	0,16	4,80	48,77	82,56	0,11	3,06	58,37	81,42	0,55	5,23	54,33
MÉDIA		81,03	0,74	6,08	53,42	82,44	0,70	5,16	56,12	84,61	0,58	5,51	59,04	77,99	0,23	4,68	49,13	82,70	0,12	3,57	58,23	82,06	0,16	3,87	56,79
DESVIO PADRÃO		2,23	0,09	1,10	3,31	0,80	0,11	0,56	1,45	1,45	0,07	0,55	2,41	1,21	0,06	0,16	1,99	0,57	0,12	0,47	1,07	2,39	0,15	0,58	4,12
VARIÂNCIA		4,97	0,01	1,20	10,98	0,63	0,01	0,31	2,11	2,10	0,00	0,30	5,80	1,47	0,00	0,02	3,95	0,33	0,01	0,22	1,15	5,72	0,02	0,33	16,95
A	1	76,05	0,88	7,54	43,70	83,78	0,61	4,87	58,78	84,84	0,66	5,07	60,52	76,88	0,02	3,30	48,52	79,43	-0,06	3,26	52,75	75,42	0,26	4,30	NO
	2	76,61	0,99	7,47	44,60	84,96	0,63	4,89	60,93	84,31	0,41	5,12	59,56	77,88	0,02	3,67	49,81	78,17	0,14	4,04	49,98	80,20	0,01	3,29	54,03
	3	77,53	1,11	7,59	45,87	83,74	0,54	4,92	58,67	82,45	0,42	4,87	56,45	76,13	-0,11	3,47	47,21	76,96	-0,04	3,40	48,89	80,59	0,07	3,57	54,41
	4	77,62	0,86	7,61	46,02	82,39	0,72	4,92	56,22	83,60	0,54	4,83	58,49	76,05	-0,01	3,49	47,06	75,20	0,12	4,54	44,87	79,11	0,26	4,12	51,42
	5	77,09	1,00	7,50	45,27	82,96	0,56	5,53	56,72	83,48	0,43	4,99	58,18	76,44	0,11	3,54	47,62	79,67	0,06	3,69	52,76	80,13	0,08	3,72	53,50
B	1	80,66	0,71	6,87	51,56	84,83	0,87	4,94	60,64	85,30	0,														

Leituras Cromáticas - 30 dias de idade																																									
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Areia																																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b* Observador: 10° Iluminante: D65																																									
Face	Posição	Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 0,42			Adição de Silica Ativa : 0,51			Adição de Silica Ativa : 0,60			Adição de Silica Ativa : 0,62			Adição de Silica Ativa : 0,66			Adição de Silica Ativa : 0,70												
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42			Rel. água/aglomerante: 0,51			Rel. água/aglomerante: 0,60			Rel. água/aglomerante: 0,62			Rel. água/aglomerante: 0,66			Rel. água/aglomerante: 0,70												
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO				
A	1	75,48	1,24	9,33	NO	79,83	1,02	8,13	49,00	83,04	0,92	5,82	56,48	75,71	0,12	5,86	44,56	81,64	0,13	4,76	NO	82,48	0,26	4,29	57,02	80,82	0,25	5,27	53,22	80,97	0,30	4,54	54,16	80,14	0,24	4,30	52,98	79,61	0,24	5,04	51,42
	2	77,03	0,76	7,30	45,34	78,10	0,68	6,50	47,65	80,28	0,86	6,68	50,98	76,95	0,41	7,07	45,44	80,64	0,12	4,89	53,27	80,82	0,25	5,27	53,22	80,97	0,30	4,54	54,16	80,14	0,24	4,30	52,98	79,61	0,24	5,04	51,42				
	3	78,22	0,83	7,90	46,68	79,71	0,78	6,98	49,81	81,86	0,95	6,64	53,68	77,46	0,27	6,47	46,73	79,97	0,12	4,65	52,38	80,97	0,30	4,54	54,16	80,14	0,24	4,30	52,98	79,61	0,24	5,04	51,42								
	4	78,88	0,82	7,81	47,77	80,10	0,81	6,97	50,47	79,43	1,07	6,71	49,56	78,20	0,13	5,54	48,67	80,13	0,13	4,98	52,33	80,14	0,24	4,30	52,98	79,61	0,24	5,04	51,42												
	5	78,33	1,07	8,66	46,19	79,06	1,07	7,69	48,12	83,93	0,85	5,66	58,22	77,53	0,46	6,28	46,98	81,41	0,11	4,83	54,66	79,61	0,24	5,04	51,42																
B	1	79,26	0,73	7,29	48,83	80,96	0,92	7,12	51,72	NO	1,24	9,33	NO	79,58	0,08	5,11	51,30	74,09	0,49	5,59	42,34	80,89	-0,08	3,80	54,74	80,60	0,14	4,22	53,82	80,60	0,06	3,87	54,15	80,34	-0,08	3,55	54,01				
	2	80,70	0,66	6,94	51,49	80,43	0,97	7,17	50,81	80,02	0,59	6,08	51,15	79,01	0,02	4,87	50,60	71,21	0,50	5,51	NO	80,60	0,14	4,22	53,82	80,60	0,06	3,87	54,15	80,34	-0,08	3,55	54,01								
	3	80,96	0,83	7,55	51,36	80,75	0,97	6,90	51,59	81,00	0,75	5,62	53,20	73,69	-0,60	2,29	44,45	71,26	0,82	6,63	NO	80,60	0,06	3,87	54,15	80,34	-0,08	3,55	54,01												
	4	80,48	0,83	7,70	50,44	81,83	1,03	7,10	53,21	79,81	0,68	5,79	51,04	81,50	0,39	5,17	NO	74,29	0,70	7,29	41,30	80,34	-0,08	3,55	54,01																
	5	81,02	0,74	7,23	51,76	81,03	1,03	7,54	51,45	81,79	0,42	5,45	54,71	80,15	0,07	4,79	52,56	73,42	0,47	5,65	41,33	80,56	0,12	4,19	53,80																
MÉDIA		79,04	0,85	7,77	48,87	80,18	0,93	7,21	50,38	81,24	0,83	6,38	53,22	77,98	0,14	5,34	47,92	76,80	0,36	5,48	48,23	80,70	0,14	4,31	53,93																
DESVIO PADRÃO		1,84	0,17	0,73	2,49	1,07	0,13	0,46	1,74	1,54	0,24	1,14	2,86	2,26	0,30	1,31	3,01	4,31	0,27	0,87	6,21	0,74	0,14	0,53	1,42																
VARIÂNCIA		3,38	0,03	0,53	6,19	1,15	0,02	0,21	3,04	2,37	0,26	1,30	8,19	5,10	0,09	1,71	9,06	18,62	0,07	0,76	38,52	0,55	0,02	0,28	2,01																
A	1	76,05	1,04	7,14	43,97	78,70	0,97	7,82	47,46	83,30	0,52	5,86	56,95	73,48	0,21	5,16	41,83	76,32	0,45	6,51	44,94	83,69	-0,03	3,50	59,99																
	2	76,90	0,94	7,79	44,72	79,28	0,93	7,62	48,55	80,12	0,48	5,21	52,09	73,37	-0,02	4,48	42,21	75,52	0,49	6,47	43,75	84,56	0,03	3,77	61,31																
	3	79,52	1,00	7,91	48,70	76,72	0,98	7,28	44,87	80,00	0,44	4,36	52,66	76,40	-0,12	3,59	NO	74,94	0,48	6,05	43,23	83,34	0,16	3,70	59,14																
	4	78,42	0,81	7,84	47,04	78,29	1,23	7,90	46,76	78,06	0,62	5,64	NO	72,60	0,20	5,24	40,50	74,44	0,41	6,11	42,44	83,68	-0,08	3,42	60,08																
	5	77,82	0,82	7,41	46,46	80,57	0,99	7,55	50,71	79,60	0,55	5,67	50,81	73,05	-0,02	3,89	42,19	77,55	0,57	6,54	46,77	84,72	-0,02	3,83	61,60																
B	1	78,44	0,66	6,45	48,24	78,81	0,88	8,02	47,49	80,58	0,43	5,19	52,87	76,27	0,11	5,38	45,81	76,25	0,44	5,77	45,44	80,33	0,14	4,11	53,45																
	2	80,37	0,56	7,28	50,64	78,70	1,09	7,90	47,39	83,60	0,33	5,22	58,14	75,50	0,19	6,15	44,00	74,03	0,39	6,21	41,78	82,72	-0,07	3,61	58,14																
	3	79,91	0,44	5,99	51,04	80,92	1,06	7,47	51,34	82,79	0,39	4,67	57,17	70,65	0,64	5,92	37,27	70,46	0,67	6,05	42,55	81,19	0,01	3,86	55,21																
	4	80,58	0,60	6,58	51,60	79,50	1,00	8,52	48,14	84,50	0,52	5,35	59,60	72,55	0,08	4,87	40,71	73,69	0,50	6,66	40,96	82,01	0,03	3,71	56,80																
	5	78,99	0,48	5,85	49,67	79,12	1,13	8,56	47,49	82,44	0,38	5,39	55,91	69,72	0,45	5,74	NO	75,14	0,46	6,46	43,22	80,43	0,09	4,06	53,70																
MÉDIA		78,70	0,74	7,02	48,21	79,06	1,02	7,86	48,02	81,50	0,47	5,26	55,13	73,36	0,17	5,04	41,82	75,23	0,45	6,29	43,51	82,67	0,03	4,76	57,94																
DESVIO PADRÃO		1,48	0,22	0,76	2,63	1,17	0,10	0,42	1,87	2,10	0,09	0,45	3,09	2,22	0,23	0,84	2,53	1,19	0,09	0,28	1,77	1,61	0,08	0,22	3,02																
VARIÂNCIA		2,19	0,05	0,58	6,93	1,37	0,01	0,18	3,48	4,40	0,01	0,21	9,53	4,92	0,05	0,71	6,38	1,42	0,01	0,08	3,13	2,60	0,01	0,05	9,10																
A	1	77,51	0,94	7,61	45,78	81,83	0,59	5,98	54,28	80,45	0,31	4,86	52,99	78,29	0,24	5,67	48,72	73,29	0,15	4,28	42,22	81,30	0,08	4,62	54,67																
	2	79,13	0,90	7,66	48,29	80,32	0,69	6,06	51,64	80,66	0,38	4,85	53,33	NO	0,68	6,81	NO	73,53	0,19	5,15	41,90	79,31	0,12	4,44	51,50																
	3	78,27	0,94	7,08	47,42	79,54	0,55	5,20	51,14	79,54	0,62	5,11	51,21	78,72	0,10	5,12	49,90	73,99	0,19	4,83	42,81	80,47	0,17	4,43	53,42																
	4	78,44	0,83	7,18	47,61	80,10	0,61	5,94	51,39	81,63	0,66	5,65	54,21	79,83	-0,06	4,50	NO	73,41	0,46	4,76	42,00	77,88	0,45	5,18	48,46																
	5	78,06	0,77	7,08	47,10	79,78	0,72	5,95	50,84	79,66	0,65	5,14	51,36	75,72	0,02	4,89	45,36	70,90	0,47	4,81	38,43	79,16	0,19	5,10	51,15																
B	1	78,31	0,66	7,02	47,56	79,20	1,29	8,20	47,91	81,17	0,45	5,69	53,42	75,59	0,42	6,01	44,25	71,56	0,41	4,95	39,23	78,08	-0,01	3,83	49,99																
	2	78,98	0,69	6,58	48,99	81,33	0,94	7,21	52,27	81,12	0,35	4,87	54,12	74,84	0,14	5,55	43,51	72,52	0,24	4,23	41,14	78,52	-0,09	4,29	50,33																
	3	80,37	0,48	5,54	52,21	80,56	0,96	6,80	51,35	80,06	0,67	5,67	51,54	76,49	0,26	5,69	45,87	73,72	0,12	3,82	43,22	77,07	-0,05	4,06	48,17																
	4	78,83	0,60	6,11	49,17	79,33	0,91	7,08	49,11	84,00	0,69	5,81	NO	76,76	0,35	6,37	45,72	72,75	0,41	5,00	40,89	78,95	0,15	4,51	50,80																
	5	79,00	0,48	5,12	50,32	81,19	1,03	7,85	51,45	79,89	-0,10	4,38	52,51	75,65	0,40	6,35	44,05	71,27	0,56	4,57	39,11	75,89	0,17	4,21	46,19																
MÉDIA		78,69	0,73	6,70	48,45	80,32	0,83	6,63	51,14	80,82	0,47	5,20	52,74	76,88	0,26	5,70	45,92	72,67	0,32	4,64	41,10	78,66	0,12	4,41	50,47																
DESVIO PADRÃO		0,77	0,18	0,86	1,83	0,90	0,23	0,96	1,71	1,32	0,25	0,48	1,16	1,69	0,22	0,72	2,27	1,10	0,16	0,41	1,66	1,57	0,15	0,36	2,49																
VARIÂNCIA		0,60	0,03	0,73	3,33	0,81	0,06	0,92	2,91	1,73	0,02	0,23	1,33	2,86	0,05	0,52	5,16	1,21	0,03	0,17	2,75	2,46	0,02	0,13	6,21																
A	1	75,77	0,93	7,62	43,17	82,16	0,54	6,26	54,57	82,07	0,53	5,12	55,50	70,87	0,24	5,27	38,07	73,60	0,18	4,04	42,88	77,45	0,13	4,10	48,72																
	2	76,10	0,																																						

Leituras Cromáticas - 30 dias de idade																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Areia																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b ^o Observador: 10° Iluminante: D65																									
Face	Posição	Adição de Sílica Ativa : 0%												Adição de Sílica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42		Rel. água/aglomerante: 0,51		Rel. água/aglomerante: 0,60							
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
A	1	79,09	1,15	7,50	48,34	82,58	0,92	6,14	55,42	84,68	0,87	4,73	60,54	78,39	0,28	5,17	49,33	75,76	0,43	5,33	45,07	82,31	0,26	4,95	56,11
	2	78,43	1,19	7,41	47,40	82,42	0,91	6,37	54,93	84,51	0,58	4,67	60,29	78,81	0,19	4,72	50,41	72,18	0,59	5,61	39,62	81,91	0,15	4,55	55,78
	3	77,23	1,36	7,41	45,53	82,17	0,84	5,95	54,90	83,83	0,72	4,86	58,85	77,73	0,26	4,84	48,56	73,68	0,64	6,21	41,27	83,15	0,20	4,29	58,21
	4	79,39	1,23	7,28	49,02	82,88	0,98	6,07	56,01	84,90	0,75	5,25	60,40	78,79	0,32	4,96	50,13	73,89	0,40	5,05	42,47	83,20	0,34	4,47	58,11
	5	78,04	1,24	7,52	46,68	82,68	0,91	6,01	55,71	83,82	0,68	5,12	58,59	78,64	0,23	4,87	49,98	72,56	0,27	5,22	40,45	81,96	0,31	4,66	55,76
B	1	76,49	1,18	7,34	44,46	80,83	0,99	6,28	52,26	79,56	1,19	6,11	50,32	75,01	0,46	5,61	43,69	76,72	0,32	5,21	46,65	82,87	0,34	4,82	57,21
	2	76,48	1,41	7,92	43,96	79,85	1,16	6,08	50,80	80,65	0,88	5,61	52,60	75,59	0,50	6,24	44,05	77,12	0,13	4,83	47,58	82,23	0,27	4,42	56,44
	3	74,26	1,40	7,32	41,20	80,81	0,97	6,35	52,17	76,80	1,26	6,84	NO	78,15	0,45	5,50	48,63	76,80	0,17	4,45	47,43	74,48	1,25	5,90	NO
	4	76,07	1,15	7,10	44,01	83,12	0,99	6,04	56,43	80,19	1,10	6,36	51,13	77,60	0,38	5,07	48,12	75,62	0,25	5,13	45,02	NO	1,35	6,36	NO
	5	75,30	1,37	7,53	42,52	80,37	1,03	5,52	52,14	76,91	1,17	6,71	NO	77,17	0,41	5,04	47,46	76,52	0,13	4,35	47,04	NO	0,95	6,06	NO
MÉDIA		77,08	1,27	7,43	45,31	81,77	0,97	6,08	54,08	81,59	0,92	5,63	56,59	77,59	0,35	5,20	48,04	75,08	0,33	5,14	44,26	81,51	0,54	5,05	56,80
DESVIO PADRÃO		1,67	0,11	0,22	2,54	1,18	0,09	0,24	2,02	3,18	0,24	0,83	4,44	1,33	0,11	0,46	2,39	1,85	0,18	0,54	3,03	2,89	0,46	0,76	1,05
VARIÂNCIA		2,78	0,01	0,05	6,46	1,40	0,01	0,06	4,06	10,09	0,06	0,68	1,91	1,76	0,01	0,21	5,69	3,42	0,03	0,29	9,35	8,39	0,21	0,58	1,10
A	1	77,44	1,16	7,43	45,83	80,50	1,00	6,87	51,22	78,44	1,14	6,20	48,41	73,46	0,56	6,06	41,08	79,76	0,50	5,24	51,47	81,03	0,27	4,65	54,16
	2	78,93	1,25	7,50	48,11	80,58	0,75	5,43	52,63	76,63	0,98	6,47	45,37	71,62	0,37	5,90	38,63	79,81	0,32	4,65	52,08	80,30	0,26	4,47	53,08
	3	77,36	1,24	6,92	46,12	80,65	0,96	6,27	51,97	78,88	1,11	7,37	48,15	68,25	0,78	6,65	33,66	78,40	0,45	4,52	49,90	81,72	0,21	4,27	55,70
	4	77,40	1,34	7,85	45,43	80,22	1,04	7,04	50,58	76,98	1,10	6,45	45,93	74,34	0,43	6,20	42,25	NO	0,49	5,18	NO	81,88	0,38	5,05	55,23
	5	78,22	1,11	6,45	47,85	82,99	0,80	6,37	55,92	74,56	1,76	6,88	NO	NO	0,54	5,88	37,63	80,20	0,52	4,75	52,66	80,75	0,27	4,42	53,86
B	1	76,84	1,07	6,53	45,67	82,06	0,78	5,36	55,24	79,55	0,78	5,33	51,01	73,89	0,52	6,67	41,22	80,15	0,23	4,42	52,89	78,77	0,55	5,49	49,63
	2	78,14	0,91	6,15	48,03	81,24	0,82	5,37	53,82	80,20	0,71	5,16	52,27	74,05	0,54	6,23	41,80	80,73	0,17	4,36	53,93	78,56	0,08	4,22	50,42
	3	78,34	1,07	6,70	47,88	81,14	0,83	5,73	53,33	77,36	0,94	5,85	47,06	74,20	0,46	6,23	42,04	80,08	0,24	4,46	52,83	NO	0,77	5,70	NO
	4	76,31	1,01	6,33	45,05	80,78	0,84	5,27	53,12	78,19	0,86	5,73	48,46	67,90	0,93	6,81	33,11	78,76	0,16	3,62	51,28	77,00	0,37	5,60	46,74
	5	77,48	1,03	6,18	46,97	81,52	0,84	5,61	54,07	77,81	0,97	5,09	48,39	NO	1,29	7,17	NO	80,96	0,20	4,20	54,48	79,29	0,53	4,90	50,96
MÉDIA		77,65	1,12	6,81	46,69	81,17	0,87	5,93	53,19	77,86	1,03	6,05	48,34	72,07	0,64	6,38	39,05	79,87	0,33	4,53	52,39	79,92	0,37	4,88	52,20
DESVIO PADRÃO		0,77	0,13	0,60	1,20	0,84	0,10	0,66	1,68	1,61	0,29	0,76	2,21	2,56	0,28	0,43	3,57	0,83	0,14	0,47	1,40	1,63	0,20	0,56	2,96
VARIÂNCIA		0,59	0,02	0,36	1,45	0,71	0,01	0,43	2,82	2,58	0,08	0,57	4,86	6,56	0,08	0,18	12,76	0,70	0,02	0,22	1,95	2,66	0,04	0,31	8,74
A	1	77,91	1,08	6,94	46,97	80,24	0,89	6,26	51,33	81,75	0,77	5,55	54,56	72,11	0,48	5,72	39,44	82,10	0,49	4,50	56,13	78,74	0,09	4,30	50,66
	2	77,46	1,01	6,82	46,37	82,34	1,05	6,37	NO	81,55	0,89	5,32	54,40	72,99	0,25	4,55	41,56	78,91	0,41	4,71	50,51	78,46	0,22	4,91	49,64
	3	75,17	1,40	7,32	42,50	79,45	0,96	6,09	50,13	81,86	0,72	5,09	55,15	70,49	0,32	4,77	37,92	81,91	0,41	5,12	55,21	79,60	0,32	5,65	50,86
	4	75,65	1,25	7,53	43,05	79,04	0,83	5,92	49,67	82,10	0,74	5,36	55,33	69,87	0,56	5,85	36,30	82,31	0,49	5,12	55,93	77,53	0,25	3,98	48,94
	5	75,73	0,98	6,78	43,78	78,75	1,11	6,28	48,85	81,27	0,75	4,94	54,27	73,19	0,24	4,04	42,25	81,28	0,37	4,39	54,82	77,58	0,12	3,80	49,17
B	1	76,81	1,24	7,50	44,81	75,10	1,21	6,30	43,19	81,43	0,98	7,59	52,12	72,79	0,45	5,91	40,23	80,55	0,39	5,62	52,45	79,69	0,12	4,95	51,63
	2	76,82	1,12	6,89	45,32	76,54	1,13	6,70	45,04	80,73	0,90	6,68	51,74	71,66	0,46	5,76	38,79	80,33	0,30	5,22	52,45	77,65	0,08	4,35	48,82
	3	75,02	1,24	7,66	42,03	78,11	0,98	6,46	47,69	79,35	1,05	6,07	49,99	72,75	0,49	6,30	39,88	80,49	0,33	5,10	52,84	71,48	0,23	4,79	NO
	4	76,79	1,09	7,03	45,18	75,48	0,90	5,72	44,28	77,34	1,11	5,99	NO	74,31	0,35	4,95	43,18	NO	0,55	7,04	NO	NO	0,86	6,44	NO
	5	76,44	1,07	6,95	44,70	77,15	1,07	6,29	46,31	80,38	0,68	6,17	51,64	75,26	0,36	5,80	43,90	79,39	0,22	4,79	51,27	76,97	0,12	4,01	48,02
MÉDIA		76,38	1,15	7,14	44,47	78,22	1,01	6,24	47,39	80,78	0,86	5,87	53,24	72,54	0,40	5,37	40,35	80,81	0,40	5,16	53,51	77,52	0,24	4,72	49,72
DESVIO PADRÃO		0,96	0,13	0,33	1,62	2,23	0,12	0,27	2,84	1,46	0,15	0,81	1,90	1,62	0,11	0,73	2,39	1,19	0,10	0,76	2,06	2,45	0,23	0,63	1,22
VARIÂNCIA		0,92	0,02	0,11	2,62	4,97	0,01	0,07	8,06	2,13	0,02	0,66	3,60	2,61	0,01	0,54	5,72	1,42	0,01	0,57	4,26	6,02	0,05	0,88	1,49
A	1	76,68	1,20	6,68	45,27	83,31	0,93	5,74	57,07	75,73	1,23	5,91	44,44	70,97	0,48	5,99	37,69	80,43	0,37	5,21	NO	76,94	0,33	5,44	46,77
	2	77,92	1,11	6,82	47,09	82,65	0,94	5,71	55,92	79,08	0,96	5,14	50,37	72,34	0,39	5,31	40,08	74,53	0,25	5,36	43,20	77,76	0,44	5,79	47,74
	3	74,98	1,38	7,62	NO	81,48	0,87	5,03	54,53	81,56	0,74	5,04	NO	72,03	0,56	5,86	39,23	76,68	0,46	6,08	45,85	77,32	0,33	5,18	47,57
	4	76,83	1,16	6,62	45,57	81,90	0,94	5,59	54,73	74,81	1,68	7,99	41,45	73,18	0,53	6,27	40,52	80,89	0,40	5,39	NO	79,00	0,31	4,72	50,66
	5	77,19	1,19	7,13	45,70	83,18	0,81	5,48	57,09	79,96	0,66	4,88	52,09	68,96	0,65	6,30	NO	79,53	0,28	5,41	50,95	78,66	0,38	5,47	49,48
B	1	78,04	1,15	6,84	47,23	77,82	1,17	6,99	46,77	79,75	0,83	5,46	51,23	73,47	0,43	6,05	41,10	72,09	0,33	4,31	40,47	78,48	0,24	4,14	50,38
	2	77,55	1,18	7,87	45,62	76,69	1,14	7,12	44,92	80,55	0,70	5,01	52,95	72,22	0,52	5,82	39,51	72,46	0,35	4,31	41,01	78,72	0,06	3,99	50,89
	3	76,74	1,19	6,64	45,39	78,41	1,20	7,33	47,42	76,44	1,42	7,57	44,18	71,10	0,68	6,11	37,73	75,04	0,53	5,21	44,03	77,26	0,67	5,67	47,04
	4	78,37	1,28	8,85	46,08	78,34	1,12	7,00	47,60	73,14	1,88	8,36	NO	74,58	0,30	4,72	43,76	76,47	0,24	4,52	46,81	78,42	0,39	4,61	49,84
	5	78,28	1,03	7,66	46,96	77,47	1,26	7,34	45,93	75,18	1,55	7,09	42,69	75,43	0,34	5,85	44,12	73,45	0,10	3,34	43,20	80,18	0,28	5,04	52,37
MÉDIA		77,26	1,19	7,27	46,10	80,13	1,04	6,33	51,20	77,62	1,16	6,24	47,43	72,43	0,49	5,83	40,33	76,16							

ANEXO III

**TABELAS - LEITURAS COLORIMÉTRICAS DO CONCRETO APÓS
APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO E EXPOSIÇÃO
AMBIENTAL**

Leituras Cromáticas - 0 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Calcário																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*										Observador: 10°															
Iluminante: D65																									
		Adição de Silica Ativa : 0%										Adição de Silica Ativa : 5%													
		Rel. água/aglomerante: 0,42			Rel. água/aglomerante: 0,51			Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60					
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	85,08	-0,23	5,13	60,94	88,75	0,12	4,63	68,50	89,18	0,08	5,16	68,86	80,33	-0,61	3,10	54,42	82,98	-0,11	3,71	58,50	86,54	-0,22	2,97	65,94
	2	85,08	-0,27	5,34	60,74	89,17	0,05	4,33	69,71	89,07	0,24	4,90	68,90	81,68	-0,51	3,03	56,87	82,63	-0,21	3,91	57,70	86,02	-0,04	3,44	64,43
	3	85,34	-0,24	4,82	61,72	88,12	0,24	4,61	67,29	87,83	0,04	4,79	66,56	78,81	-0,66	3,74	51,31	82,87	-0,23	3,78	58,25	84,59	-0,21	3,28	61,88
	4	83,77	-0,22	5,79	57,92	87,41	0,09	4,69	65,78	88,94	0,10	4,82	68,71	78,20	-0,69	3,62	50,44	82,52	-0,20	4,06	57,35	85,12	-0,26	2,94	63,24
	5	84,24	-0,21	5,78	58,78	87,34	0,27	4,71	65,62	87,37	0,27	4,63	65,80	79,40	-0,67	3,31	52,71	82,94	-0,05	3,72	58,41	86,26	-0,14	3,03	65,34
MÉDIA		84,70	-0,23	5,37	60,02	88,16	0,15	4,59	67,38	88,48	0,15	4,86	67,77	79,68	-0,63	3,36	53,15	82,79	-0,16	3,84	58,04	85,71	-0,17	3,13	64,17
DESVIO PADRÃO		0,66	0,02	0,42	1,60	0,81	0,09	0,15	1,76	0,82	0,10	0,19	1,47	1,36	0,07	0,31	2,57	0,20	0,08	0,15	0,50	0,82	0,09	0,22	1,63
VARIÂNCIA		0,44	0,00	0,18	2,55	0,65	0,01	0,02	3,09	0,68	0,01	0,04	2,17	1,86	0,01	0,10	6,59	0,04	0,01	0,02	0,25	0,67	0,01	0,05	2,67
Imp/Interno	1	82,90	-0,84	6,92	55,90	86,34	-1,12	6,46	62,95	87,87	-1,41	5,67	66,80	76,12	-1,44	4,34	47,13	78,01	-1,07	4,35	50,03	83,51	-1,38	3,99	60,14
	2	83,45	-1,39	6,77	57,30	86,30	-1,07	5,94	63,35	88,22	-1,21	5,37	67,71	75,97	-1,22	4,27	46,83	79,72	-1,17	3,90	53,35	82,74	-0,89	4,24	58,28
	3	81,45	-0,95	7,05	53,31	85,42	-1,09	6,60	61,01	87,92	-1,02	4,76	67,66	75,17	-1,33	4,62	45,34	79,45	-1,13	4,10	52,71	82,71	-1,10	4,12	58,42
	4	82,87	-1,12	6,44	56,38	85,58	-1,18	7,06	60,95	86,82	-0,95	5,76	64,52	74,93	-1,41	4,09	45,46	77,71	-1,21	4,57	49,44	80,76	-1,46	4,53	54,71
	5	83,00	-0,81	7,06	56,02	85,89	-1,21	6,31	62,27	88,29	-1,07	5,17	68,01	75,11	-1,19	4,45	45,35	78,82	-1,02	4,18	51,52	83,51	-1,17	3,61	60,40
MÉDIA		82,73	-1,02	6,85	55,78	85,91	-1,14	6,47	62,11	87,82	-1,13	5,34	66,94	75,46	-1,32	4,35	46,02	78,74	-1,12	4,22	51,41	82,64	-1,20	4,10	58,39
DESVIO PADRÃO		0,76	0,24	0,26	1,49	0,41	0,06	0,41	1,10	0,59	0,18	0,40	1,43	0,54	0,11	0,20	0,88	0,88	0,07	0,25	1,68	1,13	0,23	0,34	2,27
VARIÂNCIA		0,57	0,06	0,07	2,21	0,17	0,00	0,17	1,21	0,35	0,03	0,16	2,03	0,29	0,01	0,04	0,78	0,77	0,01	0,06	2,81	1,27	0,05	0,11	5,16
Hidro/Interno	1	83,66	-0,06	7,07	56,46	88,92	-0,20	4,74	68,77	89,02	-0,24	4,86	68,87	82,25	-0,34	3,66	57,22	82,47	-0,39	3,52	57,78	85,47	-0,19	3,52	63,29
	2	88,72	0,07	5,88	NO	88,70	-0,01	4,96	68,08	87,65	-0,20	5,41	65,54	81,38	-0,45	3,79	55,58	82,69	-0,24	3,43	58,26	84,60	-0,21	4,03	61,16
	3	83,79	-0,03	7,29	60,03	87,09	0,05	5,58	64,25	87,50	-0,05	5,76	64,89	80,67	-0,43	4,03	54,14	83,58	-0,32	2,88	60,45	85,08	0,03	3,72	62,35
	4	85,70	-0,15	6,12	61,06	87,58	-0,12	5,15	65,68	88,38	-0,09	5,05	67,34	81,11	-0,36	3,91	54,99	83,55	-0,41	2,95	60,29	84,10	-0,22	3,78	60,48
	5	85,44	-0,08	6,24	60,45	87,92	-0,16	5,04	66,46	88,07	-0,16	4,89	66,91	82,21	-0,44	3,50	57,32	83,70	-0,37	3,10	60,44	85,80	-0,18	3,27	64,19
MÉDIA		85,86	-0,05	6,52	59,50	88,04	-0,09	5,09	66,65	88,12	-0,15	5,19	66,71	81,52	-0,40	3,78	55,85	83,20	-0,35	3,18	59,44	85,01	-0,15	3,67	62,29
DESVIO PADRÃO		1,82	0,08	0,62	2,07	0,76	0,10	0,31	1,82	0,61	0,08	0,38	1,56	0,69	0,05	0,21	1,39	0,57	0,07	0,29	1,31	0,68	0,10	0,28	1,51
VARIÂNCIA		3,30	0,01	0,39	4,29	0,58	0,01	0,10	3,32	0,37	0,01	0,15	2,45	0,48	0,00	0,04	1,94	0,33	0,00	0,08	1,72	0,46	0,01	0,08	2,29
SP/Externo	1	85,62	-0,39	4,42	62,70	88,04	-0,32	3,99	67,84	87,84	-0,13	4,71	66,65	79,57	-0,56	4,05	52,31	85,31	-0,17	2,98	63,55	87,26	-0,10	3,12	67,19
	2	83,17	-0,38	5,80	56,84	87,58	-0,34	4,45	66,47	88,24	-0,33	4,36	67,84	78,93	-0,52	4,03	51,26	86,10	-0,24	2,93	65,11	84,21	-0,24	4,10	60,37
	3	83,78	-0,37	4,86	58,83	87,71	-0,24	3,94	67,23	87,50	-0,15	4,44	66,29	77,63	-0,65	4,24	48,97	86,09	-0,23	2,71	65,32	84,62	-0,30	3,61	61,61
	4	83,52	-0,43	5,51	57,75	87,05	-0,41	4,05	65,87	88,28	-0,15	4,07	68,22	78,79	-0,58	4,27	50,80	83,19	-0,26	2,99	59,58	85,07	-0,29	3,65	62,42
	5	83,42	-0,50	5,60	57,48	86,57	-0,30	4,44	64,52	87,11	-0,29	4,39	65,56	78,11	-0,60	4,16	49,81	85,25	-0,18	2,68	63,75	84,66	-0,27	3,57	61,74
MÉDIA		83,90	-0,41	5,24	58,72	87,39	-0,32	4,17	66,39	87,79	-0,21	4,39	66,91	78,61	-0,58	4,15	50,63	85,19	-0,22	2,86	63,46	85,16	-0,24	3,61	62,67
DESVIO PADRÃO		0,98	0,05	0,58	2,34	0,58	0,06	0,25	1,28	0,50	0,09	0,23	1,10	0,75	0,05	0,11	1,29	1,19	0,04	0,15	2,31	1,21	0,08	0,35	2,63
VARIÂNCIA		0,97	0,00	0,33	5,47	0,34	0,00	0,06	1,65	0,25	0,01	0,05	1,21	0,57	0,00	0,01	1,67	1,41	0,00	0,02	5,33	1,47	0,01	0,12	6,94
Imp/Externo	1	82,79	-1,32	6,70	56,18	85,53	-0,85	6,52	61,21	88,16	-0,75	5,61	67,18	77,92	-0,99	4,18	49,93	79,61	-1,21	4,72	52,50	83,29	-1,07	4,68	58,97
	2	83,68	-1,18	6,52	57,90	85,32	-0,62	6,23	60,97	87,65	-0,60	5,48	66,24	78,84	-1,19	4,65	51,20	79,04	-1,15	5,05	51,23	83,40	-1,20	4,88	59,04
	3	83,30	-0,56	6,21	57,31	84,56	-0,45	6,37	59,42	86,71	-0,87	6,46	63,53	78,70	-0,97	4,97	50,63	79,49	-1,08	4,87	52,10	82,34	-1,09	5,03	56,92
	4	82,68	-0,81	6,03	56,40	85,74	-1,07	6,43	61,76	88,54	-0,83	5,75	67,86	76,94	-0,96	5,23	47,56	79,44	-1,16	4,68	52,24	82,13	-1,13	4,09	57,42
	5	84,64	-0,94	5,54	60,52	84,71	-0,63	6,66	59,52	86,69	-0,63	5,24	64,60	78,29	-1,17	5,17	49,88	79,66	-1,14	4,76	52,48	82,88	-0,98	4,18	58,66
MÉDIA		83,42	-0,96	6,20	57,66	85,17	-0,72	6,44	60,58	87,55	-0,74	5,71	65,88	78,14	-1,06	4,84	49,84	79,45	-1,15	4,82	52,11	82,81	-1,09	4,57	58,20
DESVIO PADRÃO		0,79	0,30	0,45	1,74	0,51	0,24	0,16	1,05	0,84	0,12	0,46	1,80	0,76	0,11	0,43	1,39	0,24	0,05	0,15	0,52	0,56	0,08	0,42	0,97
VARIÂNCIA		0,63	0,09	0,20	3,03	0,26	0,06	0,03	1,10	0,70	0,01	0,21	3,23	0,58	0,01	0,19	1,92	0,06	0,00	0,02	0,27	0,32	0,01	0,17	0,94
Hidro/Externo	1	84,78	-0,49	6,03	59,52	88,69	-0,18	4,42	68,64	88,62	0,16	5,30	67,53	78,56	-0,71	4,22	50,49	84,37	-0,18	3,25	61,50	85,27	-0,22	3,60	62,85
	2	84,20	-0,35	6,54	57,96	88,36	-0,10	4,57	67,82	88,32	0,00	5,58	66,64	77,70	-0,71	4,36	48,96	82,15	-0,10	4,63	56,11	85,01	-0,16	3,83	62,13
	3	82,15	-0,46	7,04	53,92	86,95	-0,19	4,69	64,94	88,47	0,05	4,77	67,80	79,88	-0,60	4,27	52,61	82,20	-0,24	3,89	56,93	84,36	-0,17	3,81	60,96
	4	82,01	-0,11	7,50	53,26	87,79	-0,19	4,91	66,33	88,47	0,02	5,21	67,35	79,32	-0,73	3,83	52,09	82,79	-0,42	2,70	59,15	85,27	-0,12	3,86	62,57
	5	82,50	-0,13																						

Leituras Cromáticas - 0 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Calcário																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*										Observador: 10°					Iluminante: D65										
		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42			Rel. água/aglomerante: 0,51			Rel. água/aglomerante: 0,60					
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO				
SP/Interno	1	83,00	0,55	5,47	56,83	84,31	0,80	5,39	59,21	86,82	0,63	4,62	64,69	79,14	0,23	4,35	51,25	80,63	0,24	3,87	54,19	79,98	0,35	4,79	52,26
	2	80,53	0,76	6,96	51,26	84,34	0,87	5,76	58,92	86,75	0,63	4,76	64,43	77,82	0,15	4,87	48,66	78,75	0,24	4,02	50,89	78,27	0,09	4,41	49,80
	3	79,11	0,58	7,04	48,90	83,04	0,80	5,64	56,71	86,77	0,56	4,71	64,55	78,98	0,40	4,61	50,75	80,00	0,24	4,29	52,74	82,31	0,32	4,74	56,30
	4	80,37	0,59	6,52	51,36	84,04	0,72	5,34	58,77	86,86	0,59	4,93	64,48	77,96	0,30	4,97	48,81	78,22	0,32	4,66	49,50	80,74	0,34	4,93	53,42
	5	80,14	0,81	6,52	50,95	84,10	0,82	5,72	58,54	86,78	0,68	4,62	64,62	77,94	0,18	4,28	49,35	79,13	0,26	4,24	51,34	77,99	0,21	4,56	49,21
	MÉDIA		80,63	0,66	6,50	51,86	83,97	0,80	5,57	58,43	86,80	0,62	4,73	64,55	78,37	0,25	4,62	49,76	79,35	0,26	4,22	51,73	79,86	0,26	4,69
DESVIO PADRÃO		1,44	0,12	0,63	2,95	0,53	0,06	0,19	0,99	0,04	0,05	0,13	0,10	0,64	0,10	0,31	1,17	0,97	0,04	0,30	1,80	1,79	0,11	0,20	2,87
VARIÂNCIA		2,06	0,01	0,39	8,73	0,28	0,00	0,04	0,98	0,00	0,02	0,10	0,01	0,41	0,01	0,09	1,37	0,94	0,00	0,09	3,23	3,20	0,01	0,04	8,25
Imp/Interno	1	80,73	0,27	7,22	51,82	84,28	-0,22	4,57	60,77	83,92	-0,27	5,69	62,73	79,05	-0,50	3,33	52,52	80,69	-0,46	4,31	54,53	78,50	-0,48	4,84	50,33
	2	80,96	0,23	6,68	52,69	84,81	-0,21	4,98	61,31	85,41	-0,47	5,84	61,74	79,10	-0,48	3,56	52,42	82,76	-0,56	4,18	58,39	78,51	-0,39	5,20	50,01
	3	79,40	-0,11	6,56	50,27	82,87	0,00	5,79	56,88	85,09	-0,49	6,15	60,82	76,04	-0,45	4,60	46,61	81,98	-0,62	4,54	56,68	78,24	-0,18	5,14	49,50
	4	78,94	-0,01	6,75	49,35	83,59	0,13	5,74	58,21	85,16	-0,43	5,48	61,58	77,28	-0,39	4,05	49,00	82,71	-0,57	3,81	58,72	79,22	-0,41	4,87	51,45
	5	80,53	0,07	6,99	51,77	83,63	-0,11	5,46	58,64	85,13	-0,36	5,96	61,04	78,88	-0,48	3,72	51,94	82,89	-0,58	3,93	58,90	78,41	-0,13	4,56	50,28
	MÉDIA		80,11	0,09	6,84	51,18	83,84	-0,08	5,31	59,16	85,34	-0,41	5,82	61,58	78,07	-0,46	3,85	50,50	82,21	-0,56	4,15	57,44	78,57	-0,32	4,92
DESVIO PADRÃO		0,89	0,16	0,26	1,34	0,74	0,15	0,52	1,84	0,35	0,09	0,26	0,74	1,36	0,04	0,49	2,61	0,92	0,06	0,29	1,85	0,38	0,16	0,26	0,72
VARIÂNCIA		0,79	0,02	0,07	1,80	0,54	0,02	0,27	3,40	0,12	0,01	0,07	0,55	1,86	0,00	0,24	6,81	0,84	0,00	0,09	3,43	0,14	0,02	0,07	0,51
Hidro/Interno	1	83,50	0,55	6,01	57,21	87,36	0,55	4,40	66,00	86,84	0,52	4,90	64,46	79,33	0,24	4,54	51,41	83,40	0,21	3,73	59,22	84,49	0,23	3,61	61,36
	2	83,76	0,64	5,84	57,82	87,25	0,60	4,22	65,95	87,66	0,59	4,63	66,34	79,74	0,32	4,42	52,18	83,93	0,21	3,68	60,24	84,27	0,25	3,50	61,03
	3	79,26	0,56	7,08	49,07	86,90	0,65	4,51	64,98	85,44	0,54	5,11	61,59	80,17	0,35	4,53	52,80	84,72	0,11	3,19	62,22	83,24	0,19	3,63	59,05
	4	80,55	0,63	7,55	50,77	87,46	0,49	4,15	66,45	85,46	0,47	5,63	61,11	78,01	0,27	5,17	48,72	83,54	0,15	3,62	59,61	84,03	0,24	3,73	60,40
	5	82,39	0,70	6,80	54,53	87,45	0,61	4,12	66,45	85,65	0,47	5,28	61,83	79,52	0,36	4,90	51,39	84,09	0,19	3,50	60,71	81,66	0,26	4,02	55,84
	MÉDIA		81,89	0,62	6,66	53,88	87,28	0,58	4,28	65,97	86,21	0,52	5,11	63,07	79,35	0,31	4,71	51,30	83,94	0,17	3,54	60,40	83,54	0,23	3,70
DESVIO PADRÃO		1,94	0,06	0,72	3,87	0,23	0,06	0,17	0,60	1,00	0,05	0,38	2,25	0,81	0,05	0,31	1,56	0,52	0,04	0,22	1,17	1,15	0,03	0,20	2,25
VARIÂNCIA		3,76	0,00	0,52	14,96	0,05	0,00	0,03	0,36	1,00	0,00	0,14	5,05	0,66	0,00	0,10	2,43	0,27	0,00	0,05	1,36	1,33	0,00	0,04	5,05
SP/Externo	1	78,54	0,79	7,27	47,76	84,10	0,58	4,95	59,28	88,09	0,78	4,69	67,08	78,90	0,17	3,69	51,45	76,64	0,25	4,73	46,91	80,19	0,23	4,14	53,20
	2	78,24	0,82	7,38	47,20	85,36	0,78	4,95	61,58	86,90	0,53	4,77	64,74	79,18	0,14	3,96	51,68	80,03	0,07	3,55	53,48	83,30	0,29	3,66	59,12
	3	78,88	0,97	7,40	48,17	83,77	0,59	5,03	58,59	85,47	0,59	4,71	62,07	78,97	0,06	3,80	51,47	80,10	0,24	4,08	53,10	83,39	0,17	3,58	59,36
	4	78,91	0,75	7,52	48,13	83,26	0,69	4,97	57,71	86,42	0,62	4,68	63,86	79,88	0,15	3,75	53,03	78,24	0,05	3,48	50,57	82,31	0,27	3,85	57,14
	5	79,01	0,81	7,27	48,47	82,94	0,70	5,36	56,80	86,55	0,63	4,71	64,10	78,85	0,20	3,95	51,12	80,61	0,11	3,75	54,28	83,97	0,25	3,90	60,10
	MÉDIA		78,72	0,83	7,37	47,95	83,89	0,67	5,05	58,79	86,69	0,63	4,71	64,37	79,16	0,14	3,83	51,75	79,12	0,15	3,92	51,67	82,63	0,24	3,83
DESVIO PADRÃO		0,32	0,09	0,10	0,49	0,94	0,08	0,18	1,82	0,95	0,09	0,04	1,81	0,42	0,05	0,12	0,74	1,66	0,10	0,51	3,00	1,49	0,05	0,22	2,79
VARIÂNCIA		0,10	0,01	0,01	0,24	0,88	0,01	0,03	3,30	0,89	0,01	0,00	3,28	0,18	0,00	0,01	0,55	2,74	0,01	0,26	9,00	2,22	0,00	0,05	7,77
Imp/Externo	1	81,65	-0,14	6,01	54,55	83,74	0,26	5,74	58,38	83,91	-0,36	6,24	58,52	76,29	-0,20	4,87	46,68	80,70	-0,74	3,50	55,35	77,78	-0,29	5,06	48,90
	2	81,02	0,28	6,54	52,87	83,84	-0,21	6,20	58,46	83,49	-0,17	6,56	57,33	76,40	-0,40	4,80	47,02	80,30	-0,72	4,21	54,10	77,64	-0,30	4,76	48,93
	3	80,17	0,28	6,69	51,32	84,54	-0,30	6,00	59,98	84,63	-0,48	6,05	60,05	76,75	-0,47	5,03	47,35	79,00	-0,48	5,18	50,99	77,31	-0,41	5,07	48,22
	4	80,74	-0,33	7,05	52,14	84,21	-0,02	5,82	59,34	83,92	-0,17	6,40	58,30	77,04	-0,44	4,75	48,07	80,07	-0,34	4,08	53,63	77,99	-0,50	5,73	48,88
	5	80,11	0,12	7,11	50,88	82,14	-0,19	6,97	54,71	83,20	-0,56	6,47	57,06	76,91	-0,38	4,59	47,97	79,27	-0,33	4,32	51,95	76,11	-0,38	4,67	46,61
	MÉDIA		80,74	0,04	6,68	52,35	83,69	-0,09	6,15	58,17	83,83	-0,35	6,34	58,25	76,68	-0,38	4,81	47,42	79,87	-0,52	4,26	53,20	77,37	-0,38	5,06
DESVIO PADRÃO		0,64	0,27	0,45	1,45	0,92	0,22	0,49	2,05	0,54	0,18	0,20	1,18	0,32	0,10	0,16	0,60	0,71	0,20	0,61	1,74	0,75	0,09	0,41	0,99
VARIÂNCIA		0,41	0,07	0,20	2,09	0,85	0,05	0,24	4,19	0,29	0,03	0,04	1,39	0,11	0,01	0,03	0,36	0,50	0,04	0,37	3,02	0,56	0,01	0,17	0,99
Hidro/Externo	1	84,79	0,32	4,28	61,24	86,46	0,68	4,60	64,02	87,43	0,59	4,76	65,74	82,40	0,19	3,67	57,46	83,38	0,22	3,18	59,71	81,71	0,12	4,12	55,88
	2	85,32	0,60	4,48	62,03	86,47	0,72	5,16	63,48	87,82	0,68	4,64	66,64	81,72	0,22	3,69	56,23	83,49	0,19	3,34	59,78	80,24	0,12	3,64	53,76
	3	82,52	0,71	6,71	54,82	86,37	0,66	5,44	63,00	87,60	0,69	4,93	65,89	81,44	0,30	4,35	55,14	83,98	0,29	3,37	60,63	81,54	0,14	4,45	55,27
	4	82,09	0,57	6,81	53,99	86,12	0,69	5,11	62,86	87,28	0,61	5,03	65,17	81,82	0,23	4,22	55,92	83,96	0,37	3,71	60,27	81,84	0,15	4,63	55,63
	5	85,23	0,54	4,91																					

Leituras Cromáticas - 0 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Areia																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*												Observador: 10°						Iluminante: D65							
		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	77,34	0,85	7,84	45,32	83,22	0,74	6,69	56,00	84,38	0,82	5,86	58,86	77,47	0,34	5,75	47,32	82,48	0,25	4,67	56,65	83,95	0,29	4,21	59,75
	2	80,16	0,55	7,21	50,36	83,89	0,51	5,63	58,22	82,31	0,82	6,44	54,65	79,13	0,41	6,30	49,50	81,41	0,25	4,78	54,69	82,01	0,41	4,98	55,53
	3	80,86	0,47	7,16	51,56	84,19	0,48	5,77	58,63	83,72	0,77	5,93	57,61	79,03	0,25	5,58	49,97	79,96	0,23	4,69	52,30	82,48	0,32	4,38	56,95
	4	81,30	0,53	7,19	52,25	84,28	0,53	6,04	58,53	82,07	0,81	6,05	54,60	79,53	0,06	4,75	51,53	81,05	0,29	5,23	53,65	82,14	0,40	4,39	56,33
	5	80,46	0,78	8,01	50,12	83,96	0,64	5,78	58,20	85,68	0,84	5,55	61,55	79,52	0,21	5,50	50,85	81,82	0,17	4,64	55,52	80,53	0,23	4,59	53,37
	MÉDIA		80,02	0,64	7,48	49,92	83,91	0,58	5,98	57,92	83,63	0,81	5,96	57,45	78,93	0,25	5,58	49,83	81,34	0,24	4,80	54,56	82,22	0,33	4,51
DESVM PADRÃO		1,56	0,17	0,41	2,72	0,42	0,11	0,42	1,09	1,50	0,03	0,32	2,95	0,85	0,13	0,56	1,61	0,94	0,04	0,24	1,68	1,22	0,08	0,30	2,32
VARIÂNCIA		2,43	0,03	0,17	7,38	0,17	0,01	0,18	1,18	2,24	0,00	0,10	8,70	0,72	0,02	0,31	2,59	0,88	0,00	0,06	2,81	1,49	0,01	0,09	5,37
Imp/Interno	1	78,88	0,21	7,25	48,59	80,54	0,28	7,45	51,19	86,60	-0,47	5,26	64,48	77,23	-0,39	5,77	47,42	76,58	-0,13	6,84	45,48	83,94	-0,63	4,13	60,56
	2	78,62	0,01	7,09	48,30	79,87	0,31	7,89	49,73	83,76	-0,38	5,00	59,30	77,92	-0,56	5,41	48,86	75,83	0,09	6,75	44,36	83,79	-0,57	4,21	60,12
	3	79,90	0,16	8,00	49,72	78,48	0,30	7,26	48,03	83,48	-0,40	4,82	59,02	81,80	-0,93	4,35	56,54	75,47	-0,03	6,13	44,34	83,09	-0,72	4,53	58,69
	4	79,34	0,05	8,37	48,49	81,90	0,19	6,99	54,02	83,94	-0,38	3,84	60,69	79,58	-0,62	5,08	51,89	75,11	-0,18	6,34	43,66	83,85	-0,53	3,63	60,72
	5	79,23	0,07	8,04	48,60	78,51	0,23	7,24	48,18	83,89	-0,37	5,24	59,29	80,29	-0,84	4,28	53,89	77,34	-0,02	6,69	46,79	84,68	-0,60	4,29	61,75
	MÉDIA		79,19	0,10	7,75	48,74	79,86	0,26	7,37	50,23	84,33	-0,40	4,83	60,56	79,37	-0,67	4,98	51,72	76,07	-0,05	6,55	44,93	83,87	-0,61	4,16
DESVM PADRÃO		0,49	0,08	0,55	0,56	1,45	0,05	0,33	2,48	1,28	0,04	0,58	2,29	1,84	0,21	0,65	3,70	0,90	0,10	0,30	1,23	0,57	0,07	0,33	1,11
VARIÂNCIA		0,24	0,01	0,31	0,31	2,09	0,00	0,11	6,14	1,63	0,00	0,34	5,24	3,38	0,05	0,42	13,66	0,80	0,01	0,09	1,51	0,32	0,01	0,11	1,24
Hidro/Interno	1	73,10	1,82	10,23	NO	82,64	0,78	6,16	55,47	85,32	0,48	5,43	61,04	79,56	0,23	5,59	50,83	80,79	0,14	4,83	53,60	84,56	0,25	4,49	60,60
	2	80,59	0,62	7,67	50,65	82,06	0,81	6,66	54,00	84,80	0,43	5,37	60,15	77,03	0,19	5,24	47,06	79,82	0,30	6,22	50,70	84,21	0,22	4,14	60,32
	3	79,62	0,60	7,83	48,92	80,96	0,82	7,01	51,83	84,41	0,57	5,11	59,67	80,95	0,15	5,60	53,17	81,28	0,16	5,09	54,16	85,26	0,19	3,93	62,47
	4	77,04	1,11	9,69	43,36	79,67	1,30	8,46	48,44	84,65	0,64	5,73	59,49	81,93	-0,02	4,62	55,75	80,80	0,18	4,64	53,75	82,93	0,46	4,69	57,42
	5	80,87	0,56	7,21	51,52	77,22	1,46	9,46	NO	83,04	0,37	5,13	57,17	79,75	-0,07	4,76	51,91	80,36	0,19	4,77	52,89	84,45	0,19	4,09	60,80
	MÉDIA		78,24	0,94	8,53	48,61	80,51	1,03	7,55	52,44	84,44	0,50	5,36	59,50	79,85	0,10	5,16	51,74	80,61	0,19	5,11	53,02	84,28	0,26	4,27
DESVM PADRÃO		3,25	0,54	1,34	3,66	2,16	0,32	1,37	3,05	0,85	0,11	0,25	1,44	1,84	0,13	0,46	3,20	0,55	0,06	0,64	1,38	0,85	0,11	0,31	1,83
VARIÂNCIA		10,53	0,29	1,80	13,43	4,67	0,10	1,87	9,33	0,73	0,01	0,06	2,06	3,40	0,02	0,21	10,22	0,30	0,00	0,41	1,89	0,72	0,01	0,10	3,34
SP/Externo	1	80,64	0,69	7,17	51,18	84,83	0,49	5,80	59,76	84,23	0,39	4,85	59,63	80,92	0,11	4,63	53,99	79,39	0,12	4,37	51,65	80,96	0,06	3,93	54,72
	2	80,41	0,65	8,02	50,04	85,48	0,64	5,97	60,76	82,83	0,56	4,96	56,96	79,99	0,05	5,79	51,40	77,69	-0,07	4,33	48,91	79,81	-0,02	3,51	53,15
	3	81,39	0,68	7,98	51,69	84,82	0,51	5,12	60,42	83,81	0,62	5,03	58,66	81,41	0,13	4,27	55,18	79,44	0,04	4,63	51,50	74,68	0,67	5,42	43,32
	4	81,81	0,69	7,12	53,18	86,34	0,57	5,01	63,38	82,82	0,46	4,70	57,22	79,98	0,18	4,37	52,63	79,01	0,10	4,44	50,95	73,28	0,83	5,26	41,38
	5	80,71	0,62	7,52	50,99	85,28	0,40	4,96	61,43	85,06	0,43	5,17	60,84	78,75	0,02	4,28	50,67	77,90	0,02	4,01	49,53	78,32	0,21	3,45	50,70
	MÉDIA		80,99	0,67	7,56	51,42	85,35	0,52	5,37	61,15	83,75	0,49	4,94	58,66	80,21	0,10	4,67	52,77	78,69	0,04	4,36	50,51	77,41	0,35	4,31
DESVM PADRÃO		0,58	0,03	0,43	1,15	0,63	0,09	0,48	1,38	0,96	0,10	0,18	1,63	1,02	0,07	0,64	1,84	0,84	0,07	0,23	1,22	3,31	0,38	0,96	5,97
VARIÂNCIA		0,34	0,00	0,18	1,33	0,39	0,01	0,23	1,92	0,92	0,01	0,03	2,66	1,04	0,00	0,41	3,40	0,70	0,01	0,05	1,50	10,93	0,14	0,92	35,64
Imp/Externo	1	80,45	0,17	6,69	51,67	80,40	-0,04	6,49	51,94	85,72	-0,64	6,35	61,83	77,07	-0,44	5,67	47,29	79,58	-0,49	5,36	51,65	82,67	-0,72	3,75	58,59
	2	80,27	-0,14	6,41	51,76	80,72	0,14	7,44	51,61	85,20	-0,57	5,95	61,20	80,48	-0,57	4,86	53,59	81,43	-0,61	5,08	55,07	83,64	-0,57	3,37	60,67
	3	81,02	0,12	7,32	52,08	81,40	0,10	6,63	53,52	83,97	-0,72	6,29	58,72	80,79	-0,50	4,42	54,51	81,93	-0,58	4,80	56,18	83,29	-0,68	4,55	58,92
	4	80,35	0,18	7,45	50,85	82,90	-0,12	5,26	57,41	84,74	-0,15	5,04	60,95	79,77	-0,64	4,98	52,35	80,54	-0,58	4,52	54,05	84,18	-0,60	3,40	61,71
	5	81,82	-0,07	6,14	54,50	81,78	-0,12	6,13	54,66	85,14	-0,32	5,91	61,01	80,13	-0,50	4,80	53,00	81,70	-0,71	4,18	56,46	82,75	-0,78	3,99	58,57
	MÉDIA		80,78	0,05	6,80	52,17	81,44	-0,01	6,39	53,83	84,95	-0,48	5,91	60,74	79,65	-0,53	4,95	52,15	81,04	-0,59	4,79	54,68	83,31	-0,67	3,81
DESVM PADRÃO		0,65	0,15	0,57	1,38	0,98	0,12	0,79	2,35	0,65	0,24	0,53	1,18	1,49	0,08	0,45	2,83	0,97	0,08	0,46	1,95	0,63	0,08	0,48	1,42
VARIÂNCIA		0,43	0,02	0,32	1,90	0,96	0,01	0,63	5,53	0,42	0,06	0,28	1,40	2,23	0,01	0,21	8,01	0,94	0,01	0,21	3,79	0,40	0,01	0,23	2,02
Hidro/Externo	1	80,42	0,69	7,67	50,33	79,00	0,90	7,44	48,26	85,63	0,29	5,41	61,66	79,83	0,00	4,78	51,97	80,87	0,48	5,61	52,96	80,63	0,10	4,32	53,77
	2	80,95	0,82	7,88	51,03	81,38	0,95	7,54	52,07	84,60	0,41	5,53	59,62	79,78	0,09	5,04	51,68	80,60	0,01	4,51	53,55	82,44	0,20	4,05	57,20
	3	78,81	1,11	9,12	46,51	79,55	1,40	8,52	48,18	81,68	0,65	6,24	53,76	80,10	0,13	5,38	51,91	80,93	0,08	4,78	53,87	81,69	0,13	4,09	55,83
	4	79,46	0,74	8,11	48,41	82,74	0,82	6,78	55,09	83,78	0,52	5,41	58,24	79,64	0,45	6,37	50,25	81,39	0,18	4,25	55,11	82,39	-0,06	4,43	56,76
	5	81,																							

Leituras Cromáticas - 0 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Areia																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*												Observador: 10°						Iluminante: D65							
		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	81,50	0,95	6,66	53,06	82,15	0,96	6,20	54,62	85,24	0,87	4,63	61,68	78,97	0,39	4,80	50,57	76,37	0,61	5,43	45,91	84,42	0,42	4,56	60,25
	2	81,46	1,02	6,49	53,15	82,76	0,97	6,29	55,59	85,31	0,63	4,38	62,06	79,29	0,25	4,27	51,57	73,86	0,65	5,74	41,91	84,07	0,27	4,09	60,08
	3	79,76	1,13	6,25	50,54	81,87	1,01	6,05	54,28	84,63	0,78	4,71	60,45	79,09	0,32	4,61	50,93	75,15	0,61	6,07	43,53	83,86	0,37	4,11	59,67
	4	81,33	1,16	6,60	52,82	82,44	1,03	6,20	55,11	85,48	0,75	5,16	61,59	79,16	0,48	4,98	50,72	78,01	0,39	4,94	48,88	84,46	0,49	4,20	60,68
	5	81,24	0,99	6,50	52,77	82,33	1,00	6,18	54,94	84,26	0,72	4,92	59,58	79,43	0,30	4,51	51,61	73,60	0,76	6,30	41,05	82,98	0,45	4,36	57,85
	MÉDIA		81,06	1,05	6,50	52,47	82,31	0,99	6,18	54,91	84,99	0,75	4,76	61,07	79,19	0,35	4,63	51,08	75,40	0,60	5,70	44,26	83,96	0,40	4,26
DESVIO PADRÃO		0,73	0,09	0,15	1,09	0,33	0,03	0,09	0,50	0,52	0,09	0,30	1,03	0,18	0,09	0,27	0,48	1,83	0,14	0,54	3,18	0,60	0,09	0,20	1,10
VARIÂNCIA		0,53	0,01	0,02	1,19	0,11	0,00	0,01	0,25	0,27	0,01	0,09	1,06	0,03	0,01	0,07	0,23	3,35	0,02	0,29	10,11	0,36	0,01	0,04	1,21
Imp/Interno	1	79,45	0,16	7,41	49,69	81,53	0,22	6,92	53,51	78,61	0,78	6,55	48,74	76,67	-0,11	5,43	46,72	80,71	-0,16	5,23	53,64	81,87	-0,65	5,04	56,00
	2	80,11	0,50	7,13	50,79	81,68	0,08	5,49	55,03	78,02	0,56	6,67	47,77	76,37	-0,11	5,40	46,32	80,21	-0,24	4,94	53,05	82,55	-0,57	4,59	57,59
	3	79,84	0,41	6,83	50,67	81,63	0,61	6,10	54,13	81,43	0,33	6,13	53,91	74,75	0,07	5,62	43,64	80,92	0,02	4,46	54,60	83,21	-0,49	4,31	58,98
	4	80,04	0,61	6,90	50,81	80,21	0,57	6,88	51,15	79,46	0,63	5,97	50,69	76,70	-0,12	5,66	46,59	78,08	-0,03	4,79	49,52	84,15	-0,46	4,77	60,28
	5	81,04	0,23	6,12	53,35	82,81	0,24	6,35	56,17	77,70	1,23	6,84	46,98	76,96	-0,15	5,68	47,03	80,87	-0,15	5,08	54,07	82,16	-0,59	4,61	56,86
	MÉDIA		80,10	0,38	6,88	51,06	81,57	0,35	6,35	54,00	79,05	0,71	6,43	49,62	76,29	-0,08	5,56	46,06	80,16	-0,11	4,90	52,98	82,79	-0,55	4,66
DESVIO PADRÃO		0,59	0,19	0,48	1,36	0,92	0,24	0,59	1,88	1,49	0,34	0,37	2,77	0,89	0,09	0,13	1,38	1,19	0,11	0,29	2,01	0,91	0,08	0,27	1,70
VARIÂNCIA		0,35	0,04	0,23	1,85	0,85	0,06	0,35	3,54	2,22	0,11	0,13	7,68	0,78	0,01	0,02	1,90	1,43	0,01	0,09	4,06	0,84	0,01	0,07	2,90
Hidro/Interno	1	69,39	2,67	12,15	31,32	79,52	1,26	7,67	48,89	83,70	0,87	5,65	57,85	76,05	0,64	7,04	44,08	82,11	0,65	4,86	55,80	81,93	0,31	4,49	55,88
	2	73,94	1,70	9,71	38,91	80,77	1,27	7,11	51,41	83,59	0,91	5,61	57,71	76,69	0,50	6,10	45,82	78,15	0,66	5,41	NO	82,13	0,32	4,56	56,15
	3	71,25	2,62	11,44	34,08	79,82	1,09	6,86	50,07	83,58	0,78	5,43	57,87	75,71	0,54	6,07	44,36	81,66	0,56	5,37	54,54	81,07	0,58	5,52	53,41
	4	72,10	2,14	11,05	35,47	82,23	0,76	5,52	55,39	83,56	0,67	5,25	57,98	74,19	0,70	6,88	41,47	82,08	0,56	5,34	55,30	82,03	0,33	4,33	56,15
	5	68,91	2,33	11,73	31,04	78,43	1,07	6,63	48,07	83,78	0,74	4,98	58,65	78,94	0,46	5,18	50,16	81,76	0,55	4,78	55,27	83,03	0,25	4,16	58,12
	MÉDIA		71,12	2,29	11,22	34,16	80,15	1,09	6,76	50,77	83,64	0,79	5,39	58,01	76,32	0,57	6,26	45,18	81,15	0,60	5,15	55,23	82,04	0,36	4,61
DESVIO PADRÃO		2,05	0,39	0,93	3,24	1,43	0,21	0,79	2,88	0,09	0,10	0,28	0,37	1,73	0,10	0,75	3,20	1,69	0,05	0,31	0,52	0,70	0,13	0,53	1,68
VARIÂNCIA		4,20	0,16	0,87	10,52	2,04	0,04	0,63	8,27	0,01	0,01	0,08	0,14	2,99	0,01	0,56	10,21	2,85	0,00	0,09	0,27	0,49	0,02	0,28	2,81
SP/Externo	1	78,82	0,96	6,26	49,01	83,64	0,94	5,60	57,80	84,02	0,68	4,65	59,39	76,17	0,49	5,44	45,59	82,12	0,46	4,74	55,96	81,56	0,27	4,75	54,97
	2	79,24	0,99	6,57	49,40	82,56	1,03	5,75	55,72	83,99	0,82	4,61	59,38	77,04	0,40	5,02	47,29	77,58	0,31	4,73	48,38	83,53	0,38	4,57	58,61
	3	76,32	1,36	7,63	43,95	81,40	0,82	4,92	54,47	82,63	0,77	4,76	56,78	77,18	0,47	4,98	47,53	81,04	0,42	4,78	54,05	82,29	0,34	4,37	56,61
	4	79,44	1,06	6,20	50,09	82,63	0,96	5,58	56,03	77,96	1,56	7,57	NO	78,12	0,55	5,54	48,56	80,90	0,50	5,10	53,53	83,51	0,27	3,83	59,30
	5	78,47	1,13	7,00	47,81	83,29	0,86	5,43	57,32	82,56	0,73	5,09	56,37	73,62	0,85	6,50	40,97	80,90	0,30	5,05	53,57	82,91	0,46	4,87	57,23
	MÉDIA		78,46	1,10	6,73	48,05	82,70	0,92	5,46	56,27	82,23	0,91	5,34	57,98	76,42	0,55	5,50	45,99	80,51	0,40	4,88	53,10	82,76	0,34	4,48
DESVIO PADRÃO		1,25	0,16	0,60	2,44	0,86	0,08	0,32	1,33	2,49	0,37	1,26	1,63	1,71	0,17	0,61	3,00	1,71	0,09	0,18	2,82	0,84	0,08	0,41	1,70
VARIÂNCIA		1,57	0,03	0,36	5,94	0,74	0,01	0,10	1,76	6,20	0,14	1,60	2,66	2,93	0,03	0,37	9,01	2,94	0,01	0,03	7,94	0,71	0,01	0,17	2,90
Imp/Externo	1	79,10	0,73	7,22	48,97	81,81	0,30	7,53	53,36	83,55	0,30	5,32	58,39	70,65	0,38	5,83	NO	81,14	-0,19	4,80	54,77	79,94	-0,29	4,42	53,00
	2	79,77	0,52	6,66	50,59	80,81	0,33	7,03	52,13	78,30	-0,16	3,66	50,88	74,29	0,03	6,12	42,56	81,69	-0,65	4,79	55,94	78,97	-0,37	5,54	50,53
	3	78,75	0,36	7,30	48,57	81,95	0,42	7,19	53,97	81,24	0,44	5,23	54,29	77,24	-0,23	4,94	48,17	81,82	-0,20	4,73	56,00	80,29	-0,21	5,02	53,07
	4	79,17	0,29	6,62	49,79	81,51	0,49	6,64	53,62	84,30	0,48	5,39	59,59	76,94	-0,07	5,48	47,14	81,89	-0,20	4,65	56,19	82,50	-0,41	4,70	57,30
	5	79,34	0,41	7,12	49,64	82,92	0,30	5,71	56,91	83,57	0,12	6,10	57,90	77,35	0,08	4,46	48,46	82,17	-0,18	4,56	56,79	81,09	-0,18	4,62	54,75
	MÉDIA		79,23	0,46	6,98	49,51	81,80	0,37	6,82	54,00	82,19	0,24	5,14	56,21	75,29	0,04	5,37	46,58	81,74	-0,28	4,71	55,94	80,56	-0,29	4,86
DESVIO PADRÃO		0,37	0,17	0,32	0,78	0,76	0,08	0,70	1,77	2,46	0,26	0,90	3,58	2,89	0,22	0,67	2,74	0,38	0,21	0,10	0,73	1,33	0,10	0,43	2,50
VARIÂNCIA		0,14	0,03	0,10	0,61	0,58	0,01	0,49	3,13	6,06	0,07	0,80	12,78	8,34	0,05	0,45	7,51	0,14	0,04	0,01	0,54	1,76	0,01	0,19	6,25
Hidro/Externo	1	78,60	1,28	8,13	47,05	81,48	1,05	6,80	52,90	82,86	0,94	5,72	56,30	75,36	0,48	6,18	43,75	80,10	0,36	5,03	52,21	81,12	0,64	4,58	54,35
	2	77,45	1,33	8,41	45,02	81,24	0,94	6,84	52,46	84,26	0,84	5,69	58,84	76,36	0,57	6,12	45,30	81,54	0,40	4,92	54,77	82,54	0,57	4,50	56,91
	3	77,97	1,39	8,27	45,94	83,32	0,99	5,86	56,96	81,59	1,20	6,59	53,25	73,17	0,68	6,21	40,53	78,52	0,77	5,58	49,11	81,84	0,55	4,18	55,96
	4	77,69	1,46	8,13	45,59	81,34	1,45	7,39	52,09	84,02	0,85	5,30	58,78	75,35	0,68	6,64	43,36	78,56	0,91	6,69	48,21	79,95	0,58	5,29	51,74
	5																								

Leituras Cromáticas - 30 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Calcário																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*												Observador: 10°				Iluminante: D65									
		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42			Rel. água/aglomerante: 0,51			Rel. água/aglomerante: 0,60					
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	86,81	-0,13	4,58	64,79	89,24	0,13	4,19	69,98	89,64	0,40	5,39	69,46	82,13	-0,42	3,08	57,58	84,53	0,02	3,41	61,61	87,94	0,06	2,92	68,73
	2	87,10	0,05	4,74	65,16	88,36	0,43	4,35	68,03	89,91	0,58	4,95	70,46	83,04	-0,28	3,11	59,20	84,48	0,03	3,34	61,60	87,09	0,14	3,34	66,59
	3	87,04	0,02	4,61	65,15	86,87	-0,10	4,90	64,57	88,58	0,44	4,96	67,81	81,03	-0,46	3,30	55,47	84,61	0,00	3,32	61,87	85,98	0,00	3,12	64,67
	4	85,85	-0,04	5,06	62,44	86,72	-0,17	5,08	64,10	89,60	0,49	4,92	69,87	80,57	-0,52	3,38	54,59	83,64	0,01	3,85	59,55	86,75	0,00	2,91	66,38
	5	86,43	-0,05	5,02	63,59	86,47	-0,20	5,30	63,43	87,73	0,84	5,19	65,84	81,25	-0,43	3,15	55,97	83,92	0,12	3,48	60,42	87,23	0,07	3,19	67,03
	MÉDIA		86,65	-0,03	4,80	64,23	87,53	0,02	4,76	66,02	89,09	0,55	5,08	68,69	81,60	-0,42	3,20	56,56	84,24	0,03	3,48	61,01	87,00	0,05	3,10
DESVIO PADRÃO		0,52	0,07	0,22	1,19	1,21	0,26	0,48	2,84	0,91	0,17	0,20	1,87	0,98	0,09	0,13	1,83	0,43	0,05	0,22	0,99	0,71	0,06	0,18	1,45
VARIÂNCIA		0,27	0,00	0,05	1,41	1,46	0,07	0,23	8,05	0,84	0,03	0,04	3,50	0,97	0,01	0,02	3,36	0,19	0,00	0,05	0,98	0,51	0,00	0,03	2,12
Imp/Interno	1	84,14	-0,85	6,91	58,15	87,26	-0,81	5,13	65,74	87,94	-1,35	5,93	66,58	78,81	-1,52	4,00	51,78	79,87	-1,09	4,27	53,17	84,29	-1,24	4,05	61,40
	2	84,74	-1,39	6,59	59,77	86,91	-0,85	4,93	65,24	88,66	-1,22	5,66	68,18	78,66	-1,32	3,97	51,47	81,30	-1,03	4,03	55,88	84,53	-0,82	3,87	61,84
	3	82,85	-0,97	6,96	55,80	87,28	-1,18	5,51	65,52	88,51	-1,02	5,00	68,48	77,91	-1,32	4,59	49,69	81,23	-1,03	4,15	55,64	83,96	-0,95	4,03	60,70
	4	84,43	-1,11	6,43	59,21	85,35	-1,05	5,75	61,39	87,30	-0,95	5,94	65,16	78,58	-1,46	3,94	51,41	80,15	-1,10	4,61	53,39	82,43	-1,29	4,57	57,56
	5	84,05	-0,76	6,86	58,04	87,10	-0,75	5,13	65,36	88,47	-1,03	5,33	68,11	77,74	-1,19	4,08	49,78	81,16	-0,92	4,00	55,64	84,64	-1,08	3,83	62,21
	MÉDIA		84,04	-1,01	6,75	58,19	86,78	-0,93	5,29	64,65	88,17	-1,11	5,57	67,30	78,34	-1,36	4,12	50,83	80,74	-1,03	4,21	54,74	83,97	-1,08	4,07
DESVIO PADRÃO		0,72	0,25	0,23	1,52	0,81	0,18	0,33	1,83	0,56	0,16	0,41	1,41	0,48	0,13	0,27	1,01	0,68	0,07	0,25	1,34	0,90	0,19	0,29	1,87
VARIÂNCIA		0,52	0,06	0,05	2,32	0,66	0,03	0,11	3,36	0,31	0,03	0,16	1,98	0,23	0,02	0,07	1,01	0,46	0,00	0,06	1,80	0,80	0,04	0,09	3,48
Hidro/Interno	1	84,25	0,00	7,06	57,51	86,60	0,08	6,22	62,61	89,29	0,12	4,82	69,41	83,23	-0,20	3,59	59,07	84,13	-0,15	3,39	60,90	86,83	0,06	2,90	66,55
	2	88,24	0,20	5,86	66,20	84,70	0,19	6,83	58,52	88,10	0,12	4,98	66,84	81,95	-0,36	3,66	56,70	84,44	0,01	3,12	61,74	85,93	0,15	3,89	63,77
	3	86,04	0,15	7,13	60,67	85,74	0,18	6,38	60,87	87,93	0,30	5,79	65,65	81,78	-0,43	3,63	56,44	84,99	-0,05	2,85	63,05	86,64	0,10	3,21	65,85
	4	85,86	-0,01	6,17	61,32	82,65	-0,24	7,65	54,19	88,64	0,26	4,95	67,93	81,96	-0,26	3,77	56,61	85,01	-0,16	2,84	63,11	85,98	0,03	3,34	64,43
	5	85,82	0,08	6,12	61,28	85,73	0,23	6,77	60,43	88,89	0,18	4,68	68,71	83,10	-0,29	3,62	58,79	85,12	-0,15	2,90	63,25	86,34	-0,11	2,62	65,88
	MÉDIA		86,04	0,09	6,47	61,40	85,08	0,09	6,77	59,32	88,57	0,20	5,05	67,71	82,40	-0,31	3,65	57,52	84,74	-0,10	3,02	62,41	86,34	0,05	3,19
DESVIO PADRÃO		1,43	0,09	0,58	3,11	1,52	0,19	0,56	3,22	0,56	0,08	0,43	1,49	0,70	0,09	0,07	1,29	0,43	0,08	0,23	1,04	0,40	0,10	0,48	1,15
VARIÂNCIA		2,03	0,01	0,34	9,68	2,30	0,04	0,31	10,35	0,31	0,01	0,19	2,23	0,49	0,01	0,00	1,67	0,19	0,01	0,06	1,08	0,16	0,01	0,23	1,32
SP/Externo	1	88,64	0,15	3,97	68,98	89,10	0,07	3,73	70,20	90,22	0,34	3,99	72,17	82,89	-0,35	2,76	59,26	86,29	-0,09	2,54	65,88	87,91	0,06	2,75	68,86
	2	88,42	0,11	4,32	68,18	88,33	0,09	3,70	68,63	90,17	0,32	4,44	71,60	83,70	-0,41	2,57	60,95	86,82	-0,02	2,50	66,96	84,67	0,07	3,61	61,67
	3	87,94	0,03	3,92	67,64	86,82	-0,11	5,07	64,28	89,39	0,33	4,23	70,21	82,32	-0,41	2,98	58,01	86,79	-0,10	2,18	67,25	86,16	-0,09	2,79	65,37
	4	88,28	0,18	4,36	67,84	85,86	-0,31	5,41	62,09	90,08	0,36	3,74	72,17	81,49	-0,33	3,34	56,18	84,37	-0,01	2,89	61,82	85,81	-0,03	3,07	64,39
	5	87,25	0,16	4,28	65,88	89,13	-0,02	3,64	70,35	89,77	0,32	4,22	71,00	83,23	-0,40	2,81	59,83	86,28	-0,07	2,35	66,05	85,81	-0,03	2,81	64,66
	MÉDIA		88,11	0,13	4,17	67,70	87,85	-0,06	4,31	67,11	89,93	0,34	4,13	71,43	82,73	-0,38	2,89	58,85	86,11	-0,06	2,49	65,59	86,07	0,00	3,00
DESVIO PADRÃO		0,54	0,06	0,20	1,14	1,45	0,16	0,86	3,73	0,35	0,02	0,27	0,84	0,86	0,04	0,29	1,83	1,01	0,04	0,26	2,19	1,17	0,07	0,36	2,58
VARIÂNCIA		0,29	0,00	0,04	1,30	2,11	0,03	0,73	13,89	0,12	0,00	0,07	0,70	0,74	0,00	0,09	3,34	1,01	0,00	0,07	4,79	1,37	0,00	0,13	6,65
Imp/Externo	1	86,76	-0,34	5,24	64,01	87,79	-0,35	4,71	66,58	88,98	0,07	5,00	68,60	83,01	-0,50	2,98	59,29	83,16	-0,34	3,91	58,66	84,86	-0,12	3,92	61,78
	2	87,07	-0,29	4,96	64,88	88,26	-0,34	4,58	67,67	88,71	0,06	4,91	68,14	83,11	-0,52	3,32	59,15	83,40	-0,35	3,74	59,27	85,08	-0,24	3,87	62,25
	3	87,02	-0,05	5,12	64,61	86,44	-0,66	4,86	63,80	87,59	0,11	5,25	65,59	81,15	-0,33	3,98	55,03	83,28	-0,32	3,89	58,90	85,10	-0,26	3,98	62,17
	4	86,39	-0,21	4,93	63,61	85,92	-0,67	5,10	62,58	88,86	0,03	4,74	68,65	81,48	-0,35	3,93	55,65	82,93	-0,30	4,10	58,08	84,79	-0,28	3,34	62,21
	5	87,63	-0,18	4,74	66,20	86,49	-0,56	5,31	63,43	87,35	0,11	4,61	65,80	82,36	-0,41	3,70	57,43	83,17	-0,32	3,92	58,67	84,54	-0,20	3,73	61,35
	MÉDIA		86,97	-0,21	5,00	64,66	86,98	-0,52	4,91	64,81	88,30	0,08	4,90	67,36	82,22	-0,42	3,58	57,31	83,19	-0,33	3,91	58,72	84,87	-0,22	3,77
DESVIO PADRÃO		0,46	0,11	0,19	0,99	0,99	0,16	0,29	2,19	0,77	0,03	0,25	1,53	0,88	0,08	0,43	1,95	0,17	0,02	0,13	0,43	0,23	0,06	0,26	0,39
VARIÂNCIA		0,21	0,01	0,04	0,99	0,99	0,03	0,09	4,80	0,59	0,00	0,06	2,34	0,78	0,01	0,18	3,82	0,03	0,00	0,02	0,19	0,05	0,00	0,07	0,15
Hidro/Externo	1	86,47	-0,21	4,91	63,76	87,59	-0,20	4,43	66,40	89,54	0,31	4,32	70,42	82,51	-0,53	2,76	58,59	86,21	-0,10	2,61	65,64	86,51	0,05	2,96	65,86
	2	86,03	-0,11	5,34	62,45	87,52	-0,11	4,68	66,03	89,57	0,37	4,39	70,39	82,80	-0,46	3,04	58,82	84,67	-0,04	3,50	61,79	86,43	-0,03	3,01	65,65
	3	84,39	-0,31	5,59	59,21	85,01	-0,46	5,44	60,49	89,16	0,30	3,89	70,10	81,98	-0,53	2,99	57,41	84,07	-0,08	3,17	61,00	86,07	-0,02	3,17	64,77
	4	84,72	-0,15	6,07	59,33	84,54	-0,47	5,51	59,55	89,52	0,39	4,28	70,40	81,91	-0,51	2,91	57,34	85,57	-0,16	2,31	64,71	86,71	0,06	2,94	66,26
	5	85,04	-0,10	5,58	60,37	85,75	-0,53	5,33	61,97	88,84	0,27	4,35	68,94	81,96	-0,51	2,90	57,45	85,50	-0,06	2,50	64,37	86,17	-0,02	3,01	65,12
	MÉDIA		85,33	-0,18	5,50	61,02	86,08	-0,35	5,08	62,89	89,33	0,33	4,25	70,05	82,23	-0,51	2,92	57,92	85,20	-0,09	2,82	63,50	86,38	0,01	3,02
DESVIO PADRÃO		0,88	0,09	0,42	2,01	1,41	0,18	0,49	3,16	0,32	0,05	0,20	0,63	0,40	0,03	0,10	0,72	0,84	0,05	0,50	2,00	0,26	0,04	0,09	0,59
VARIÂNCIA		0,78	0,01	0,18	4,03	2,00	0,03	0,24	9,99	0,10	0,00	0,04	0,40	0,16	0,00	0,01	0,52	0,70	0,00	0,25	3,99	0,07	0,00	0,01	0,35

Leituras Cromáticas - 30 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Calcário																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b* Observador: 10° Iluminante: D65																									
		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	84,68	0,76	5,48	59,80	85,65	0,93	5,18	61,89	87,14	0,82	4,68	65,24	81,21	0,22	3,71	55,33	82,77	0,26	3,33	58,46	83,09	0,35	3,77	58,62
	2	82,83	0,76	6,54	55,51	85,82	0,98	5,56	61,83	87,20	0,80	4,45	65,60	80,00	0,26	4,53	52,52	82,46	0,29	3,74	57,50	81,46	0,17	3,67	55,82
	3	81,21	0,75	6,65	52,64	85,31	0,79	4,89	61,54	87,67	0,76	4,40	66,57	80,13	0,40	4,13	53,09	82,11	0,30	3,65	56,94	84,50	0,36	3,74	61,21
	4	81,53	0,66	6,50	53,29	86,48	0,74	4,12	64,55	87,34	0,74	4,51	65,82	79,96	0,31	4,59	52,41	80,83	0,45	4,46	54,00	84,07	0,35	3,78	60,36
	5	82,19	0,80	6,21	54,68	85,95	0,91	5,08	62,56	87,22	0,78	4,25	65,87	80,11	0,23	3,82	53,34	82,36	0,31	3,75	57,30	81,54	0,29	3,84	55,80
MÉDIA		82,49	0,75	6,28	55,18	85,84	0,87	4,97	62,47	87,31	0,78	4,46	65,82	80,28	0,28	4,16	53,34	82,11	0,32	3,79	56,84	82,93	0,30	3,76	58,36
DESVIO PADRÃO		1,37	0,05	0,48	2,82	0,43	0,10	0,53	1,22	0,21	0,03	0,16	0,49	0,52	0,07	0,40	1,18	0,75	0,07	0,41	1,68	1,40	0,08	0,06	2,51
VARIÂNCIA		1,89	0,00	0,23	7,93	0,18	0,01	0,28	1,49	0,04	0,00	0,03	0,24	0,27	0,01	0,16	1,39	0,56	0,01	0,17	2,84	1,97	0,01	0,00	6,30
Imp/Interno	1	80,84	0,48	7,50	51,66	84,44	-0,25	5,07	60,53	86,05	-0,17	5,59	62,94	79,43	-0,39	3,67	52,81	80,80	-0,49	4,13	54,80	79,17	-0,45	5,04	51,21
	2	80,85	0,38	7,15	52,02	85,48	-0,27	5,07	62,51	85,71	-0,46	5,73	62,32	79,72	-0,33	4,00	53,02	82,19	-0,49	4,11	57,32	78,97	-0,26	5,17	50,70
	3	79,12	0,12	6,89	49,47	82,68	0,13	5,74	56,54	84,80	-0,31	6,03	60,27	76,84	-0,43	4,86	47,56	81,38	-0,47	4,85	55,23	78,40	-0,17	5,08	49,78
	4	79,30	0,22	7,16	49,54	83,28	0,23	5,81	57,49	84,95	-0,31	5,48	61,06	77,62	-0,30	4,47	49,12	82,47	-0,57	4,11	57,89	79,46	-0,42	5,20	51,54
	5	80,58	0,16	7,13	51,68	83,58	-0,03	5,96	58,03	84,98	-0,32	6,15	60,46	79,42	-0,43	4,08	52,47	82,43	-0,54	4,20	57,71	78,99	-0,16	4,55	51,19
MÉDIA		80,14	0,27	7,17	50,87	83,89	-0,04	5,53	59,02	85,30	-0,31	5,80	61,41	78,61	-0,38	4,22	51,00	81,85	-0,51	4,28	56,59	79,00	-0,29	5,00	50,88
DESVIO PADRÃO		0,85	0,15	0,22	1,26	1,09	0,22	0,43	2,45	0,55	0,10	0,29	1,17	1,29	0,06	0,46	2,49	0,74	0,04	0,32	1,46	0,38	0,14	0,26	0,69
VARIÂNCIA		0,73	0,02	0,05	1,58	1,19	0,05	0,18	5,98	0,30	0,01	0,08	1,37	1,67	0,00	0,21	6,22	0,54	0,00	0,10	2,13	0,15	0,02	0,07	0,47
Hidro/Interno	1	84,05	0,81	5,82	58,35	87,29	0,71	4,30	65,95	87,18	0,72	4,63	65,37	79,19	0,36	4,64	51,07	83,85	0,33	3,62	60,11	84,69	0,29	3,44	61,86
	2	83,16	0,86	6,36	56,24	87,50	0,71	4,10	66,56	87,70	0,77	4,60	66,43	80,02	0,35	4,30	52,76	83,11	0,29	3,93	58,49	84,29	0,37	3,44	61,11
	3	79,85	0,78	7,25	49,85	86,73	0,80	4,33	64,81	85,50	0,56	4,60	62,21	80,47	0,41	4,26	53,54	84,64	0,15	2,59	62,63	83,61	0,30	3,50	59,81
	4	79,90	0,75	7,53	49,70	87,20	0,63	3,96	66,13	85,66	0,58	5,00	62,11	78,08	0,33	5,09	48,89	83,41	0,29	3,66	59,30	84,58	0,32	3,50	61,60
	5	82,31	0,87	6,78	54,36	87,52	0,74	4,21	66,48	85,78	0,67	4,85	62,47	79,95	0,42	4,85	52,14	84,08	0,30	3,44	60,75	81,89	0,29	3,55	56,67
MÉDIA		81,85	0,81	6,75	53,70	87,25	0,72	4,18	65,99	86,36	0,66	4,74	63,72	79,54	0,37	4,63	51,68	83,82	0,27	3,45	60,26	83,81	0,31	3,49	60,21
DESVIO PADRÃO		1,91	0,05	0,69	3,85	0,32	0,06	0,15	0,70	1,01	0,09	0,18	2,03	0,94	0,04	0,35	1,80	0,59	0,07	0,51	1,58	1,15	0,03	0,04	2,13
VARIÂNCIA		3,65	0,00	0,47	14,83	0,10	0,00	0,02	0,49	1,01	0,01	0,03	4,13	0,88	0,00	0,13	3,25	0,35	0,01	0,26	2,48	1,33	0,00	0,00	4,54
SP/Externo	1	82,01	0,78	5,94	54,56	86,49	0,85	4,33	64,31	88,30	0,78	4,38	67,83	83,11	0,28	3,06	59,33	84,86	0,33	2,83	62,79	84,36	0,37	3,46	61,23
	2	82,64	0,86	5,76	55,84	87,19	0,88	4,24	65,78	88,12	0,74	4,07	67,81	83,28	0,28	3,03	59,66	83,51	0,40	3,14	59,96	85,12	0,37	3,05	63,06
	3	82,75	0,98	5,79	55,99	86,95	0,93	4,37	65,17	87,43	0,68	4,14	66,37	82,31	0,20	3,00	57,94	84,19	0,36	3,07	61,30	85,73	0,32	2,92	64,38
	4	81,66	0,80	6,00	53,94	85,84	0,90	4,63	62,77	87,63	0,71	4,31	66,58	82,45	0,33	3,18	58,00	83,42	0,37	3,31	59,64	85,33	0,39	3,06	63,45
	5	82,44	0,89	5,90	55,36	86,97	0,78	4,52	65,07	87,82	0,80	4,35	66,91	82,78	0,28	2,93	58,83	84,71	0,44	3,11	62,22	86,10	0,31	2,85	65,14
MÉDIA		82,30	0,86	5,88	55,14	86,69	0,87	4,42	64,62	87,86	0,74	4,25	67,10	82,79	0,27	3,04	58,75	84,14	0,38	3,09	61,18	85,33	0,35	3,07	63,45
DESVIO PADRÃO		0,46	0,08	0,10	0,87	0,54	0,06	0,16	1,16	0,35	0,05	0,14	0,68	0,41	0,04	0,09	0,77	0,66	0,04	0,17	1,37	0,66	0,03	0,24	1,48
VARIÂNCIA		0,21	0,01	0,01	0,76	0,29	0,00	0,03	1,34	0,12	0,00	0,02	0,47	0,17	0,00	0,01	0,60	0,43	0,00	0,03	1,89	0,43	0,00	0,06	2,20
Imp/Externo	1	83,33	0,64	6,17	56,71	85,40	0,64	5,13	61,49	85,29	0,40	5,37	61,08	80,00	0,15	4,48	52,57	83,54	0,02	3,32	59,90	81,95	0,11	4,10	56,28
	2	82,68	0,69	6,09	55,64	86,01	0,58	5,14	62,65	85,24	0,39	5,43	60,92	80,25	0,05	4,40	53,09	84,22	0,06	3,46	61,03	82,99	0,11	3,72	58,50
	3	82,78	0,50	5,78	56,14	85,42	0,62	5,12	61,56	84,81	0,43	5,75	59,83	80,02	0,08	4,41	52,68	81,30	0,14	4,36	54,94	81,46	0,13	4,67	54,91
	4	83,20	0,63	5,81	56,81	85,63	0,56	5,03	62,04	84,52	0,57	6,05	58,99	79,77	0,10	4,36	52,31	82,24	0,14	3,86	57,03	81,51	0,05	4,80	54,88
	5	82,96	0,64	5,94	56,28	83,47	0,61	6,11	57,05	84,55	0,22	5,41	59,69	80,15	0,09	4,37	52,93	82,85	0,06	3,60	58,39	81,22	0,02	3,95	55,15
MÉDIA		82,99	0,62	5,96	56,32	85,19	0,61	5,30	60,96	84,88	0,40	5,60	60,10	80,04	0,09	4,40	52,72	82,83	0,08	3,72	58,26	81,83	0,08	4,25	55,94
DESVIO PADRÃO		0,27	0,07	0,17	0,47	0,99	0,03	0,45	2,23	0,37	0,12	0,29	0,88	0,18	0,03	0,05	0,31	1,13	0,05	0,41	2,39	0,70	0,05	0,47	1,54
VARIÂNCIA		0,07	0,00	0,03	0,22	0,98	0,00	0,20	4,99	0,14	0,02	0,09	0,78	0,03	0,00	0,00	0,09	1,28	0,00	0,17	5,73	0,49	0,00	0,22	2,37
Hidro/Externo	1	86,05	0,58	3,82	64,04	87,03	0,81	4,19	65,53	88,02	0,76	4,24	67,42	83,82	0,27	2,80	60,89	85,03	0,31	2,78	63,18	85,07	0,27	3,21	62,81
	2	86,23	0,75	4,03	64,16	87,25	0,85	4,54	65,58	88,16	0,82	4,37	67,56	83,21	0,25	3,02	59,54	85,17	0,26	2,82	63,40	84,75	0,23	2,97	62,44
	3	83,20	0,78	5,69	56,90	87,23	0,91	4,47	65,60	87,38	0,74	4,46	65,92	82,31	0,27	3,53	57,43	84,57	0,34	3,05	62,04	84,31	0,22	3,43	61,18
	4	82,98	0,72	5,92	56,30	87,08	0,79	4,37	65,43	87,28	0,73	4,74	65,45	82,29	0,28	3,23	57,67	84,25	0,38	3,25	61,22	84,43	0,24	3,41	61,44
	5	85,97	0,76	4,22	63,45	86,09	0,85	4,76	63,13	87,31	0,72	4,52	65,71	83,09	0,28	2,96	59,38	85,39	0,27	2,66	63,98	84,59	0,32	3,58	61,53
MÉDIA		84,89	0,72	4,74	60,97	86,94	0,84	4,47	65,05	87,63	0,75	4,46	66,41	82,94	0,27	3,11	58,98	84,88	0,31	2,91	62,76	84,63	0,26	3,32	61,88
DESVIO PADRÃO		1,64	0,08	0,99	4,00	0,48	0,05	0,21	1,08	0,42	0,04	0,19	1,00	0,65	0,01	0,28	1,44	0,46	0,05	0,23	1,11	0,29	0,04	0,24	0,70
VARIÂNCIA		2,71	0,01	0,98	16,03	0,23	0,00	0,04	1,16	0,18	0,00	0,03	1,00	0,42	0,00	0,08	2,06	0,21	0,00	0,05	1,24	0,09	0,00	0,06	0,50

Leituras Cromáticas - 30 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Areia																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b* Observador: 10° Iluminante: D65																									
Amb/SP	Posição	Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	79,23	1,41	9,06	NO	84,97	0,75	6,13	59,65	85,96	0,81	5,10	62,55	81,44	0,04	4,84	54,68	82,78	0,25	4,65	57,22	84,86	0,06	3,42	62,22
	2	82,49	0,55	6,28	55,13	84,90	0,58	5,40	60,28	85,45	0,62	5,34	61,37	81,13	0,32	5,56	53,48	82,39	0,29	4,52	56,64	85,25	0,18	3,52	62,84
	3	82,81	0,68	6,55	55,44	85,18	0,61	5,57	60,62	85,70	0,69	5,03	62,11	81,65	0,30	5,25	54,66	81,83	0,23	4,38	55,79	85,30	0,19	3,46	63,02
	4	83,98	0,56	6,06	58,00	85,03	0,67	5,92	60,01	84,49	0,76	5,08	59,83	82,21	0,09	4,54	56,30	82,36	0,20	4,77	56,34	85,81	0,02	3,00	64,45
	5	83,51	0,70	6,57	56,62	85,21	0,64	5,40	60,85	86,88	0,70	4,57	64,80	81,20	0,41	5,02	54,09	82,66	0,27	4,66	56,98	85,07	0,14	3,47	62,59
MÉDIA		82,40	0,78	6,90	56,30	85,06	0,65	5,68	60,28	85,69	0,71	5,02	62,13	81,53	0,23	5,04	54,64	82,40	0,25	4,60	56,59	85,26	0,12	3,37	63,02
DESVIO PADRÃO		1,87	0,36	1,22	1,30	0,13	0,06	0,33	0,48	0,86	0,07	0,28	1,81	0,43	0,16	0,39	1,05	0,37	0,03	0,15	0,56	0,35	0,07	0,21	0,85
VARIÂNCIA		3,49	0,13	1,50	1,70	0,02	0,00	0,11	0,23	0,74	0,01	0,08	3,29	0,19	0,02	0,15	1,10	0,14	0,00	0,02	0,31	0,12	0,01	0,05	0,73
Imp/Interno	1	79,21	0,31	7,26	49,12	81,06	0,24	7,22	52,23	86,42	-0,60	5,42	63,95	78,59	-0,58	5,86	49,53	78,61	-0,33	6,37	49,07	83,52	-0,60	4,35	59,48
	2	78,71	-0,18	6,16	49,25	80,63	0,28	7,79	51,02	84,61	-0,39	5,49	60,37	78,97	-0,69	5,39	50,56	78,15	-0,17	6,51	48,20	83,39	-0,58	4,26	59,25
	3	80,98	0,38	7,62	51,72	80,19	0,10	6,86	51,18	84,50	-0,51	4,86	60,80	82,78	-0,78	4,53	57,98	76,87	-0,21	5,86	46,69	83,19	-0,69	4,73	58,58
	4	80,33	0,08	8,14	50,28	82,45	0,18	6,92	54,94	84,12	-0,36	4,68	60,17	80,86	-0,59	5,20	53,94	76,99	-0,21	6,65	46,23	84,03	-0,56	3,84	60,79
	5	79,94	0,23	7,98	49,74	82,76	0,03	7,57	54,96	85,02	-0,32	5,42	61,12	81,70	-0,84	4,69	55,93	79,31	-0,15	6,17	50,34	84,29	-0,63	4,47	60,76
MÉDIA		79,83	0,16	7,43	50,02	81,42	0,17	7,27	52,87	84,93	-0,44	5,17	61,28	80,58	-0,70	5,13	53,59	77,99	-0,22	6,31	48,11	83,68	-0,61	4,33	59,77
DESVIO PADRÃO		0,90	0,22	0,79	1,05	1,13	0,10	0,41	1,96	0,89	0,11	0,38	1,54	1,78	0,12	0,54	3,55	1,05	0,07	0,31	1,69	0,46	0,05	0,33	0,97
VARIÂNCIA		0,81	0,05	0,62	1,11	1,28	0,01	0,17	3,84	0,79	0,01	0,14	2,36	3,18	0,01	0,29	12,63	1,11	0,00	0,10	2,86	0,21	0,00	0,11	0,95
Hidro/Interno	1	80,89	0,79	7,46	51,32	82,86	0,75	6,09	55,94	85,35	0,48	5,17	61,33	80,67	0,20	5,45	52,79	82,07	0,18	4,41	56,19	84,96	0,21	4,51	61,30
	2	77,62	1,41	10,16	43,86	83,29	0,71	6,21	56,58	85,13	0,47	5,53	60,57	78,94	0,06	4,85	50,47	81,48	0,27	5,38	54,25	84,90	0,17	4,09	61,63
	3	73,75	1,88	9,99	NO	81,56	0,87	6,53	53,27	84,26	0,62	5,46	59,03	81,35	0,16	5,27	54,15	82,73	0,18	4,59	57,16	85,17	0,15	3,74	62,47
	4	81,21	0,79	7,56	51,76	80,98	1,07	7,42	51,48	84,52	0,56	5,80	59,18	82,10	0,06	4,57	56,06	82,83	0,04	4,23	57,70	83,41	0,36	4,56	58,39
	5	81,71	0,63	6,69	53,40	78,48	1,23	8,51	NO	81,46	0,48	5,11	54,40	80,51	0,00	4,74	53,19	81,44	0,02	4,10	55,36	83,18	0,40	4,52	58,02
MÉDIA		79,04	1,10	8,37	50,09	81,43	0,92	6,95	54,32	84,14	0,52	5,41	58,90	80,71	0,10	4,98	53,33	82,11	0,14	4,54	56,13	84,32	0,26	4,29	60,36
DESVIO PADRÃO		3,36	0,53	1,59	4,25	1,90	0,22	1,02	2,37	1,57	0,07	0,28	2,69	1,17	0,08	0,37	2,04	0,66	0,10	0,50	1,38	0,94	0,12	0,36	2,02
VARIÂNCIA		11,32	0,28	2,53	18,02	3,62	0,05	1,03	5,63	2,45	0,00	0,08	7,26	1,37	0,01	0,14	4,15	0,44	0,01	0,25	1,91	0,89	0,01	0,13	4,08
SP/Externo	1	83,97	0,70	6,08	57,91	85,69	0,59	4,92	62,22	87,23	0,55	4,20	65,92	82,08	0,12	4,26	56,32	83,66	0,21	4,28	59,13	86,21	0,23	3,48	64,72
	2	84,01	0,59	5,79	58,28	85,59	0,53	4,58	62,37	87,59	0,51	4,24	66,57	82,41	0,03	4,62	56,59	83,74	0,18	4,47	59,11	85,70	0,23	3,93	63,29
	3	84,41	0,71	6,18	58,59	85,73	0,60	4,68	62,54	86,97	0,66	4,21	65,40	82,99	0,20	4,49	57,71	84,22	0,21	4,02	60,41	82,34	0,62	4,76	56,27
	4	84,37	0,67	5,89	58,80	86,70	0,65	4,65	64,41	86,89	0,53	4,47	64,99	82,89	0,16	4,64	57,42	84,60	0,15	3,72	61,43	80,06	0,80	4,88	NO
	5	84,41	0,51	5,96	58,83	85,93	0,55	4,59	63,00	87,99	0,60	4,32	67,28	82,16	0,03	4,08	56,65	83,75	0,20	4,10	59,46	85,37	0,33	3,64	62,93
MÉDIA		84,24	0,64	5,98	58,48	85,93	0,59	4,69	62,91	87,33	0,57	4,28	66,03	82,51	0,11	4,42	56,94	83,99	0,19	4,12	59,91	83,94	0,44	4,14	61,80
DESVIO PADRÃO		0,22	0,09	0,16	0,39	0,45	0,05	0,14	0,89	0,46	0,06	0,11	0,91	0,41	0,08	0,24	0,59	0,40	0,03	0,28	1,00	2,64	0,26	0,65	3,77
VARIÂNCIA		0,05	0,01	0,02	0,15	0,20	0,00	0,02	0,79	0,21	0,00	0,01	0,84	0,17	0,01	0,06	0,35	0,16	0,00	0,08	1,00	6,99	0,07	0,42	14,20
Imp/Externo	1	82,65	0,45	6,45	55,27	83,85	0,21	5,29	58,52	85,76	0,30	5,78	61,54	80,44	-0,13	5,20	52,69	82,23	-0,12	5,17	55,78	85,04	-0,16	3,74	62,27
	2	83,04	0,37	6,33	56,07	83,91	0,48	6,66	57,28	85,44	0,37	5,45	61,27	81,69	0,02	4,95	55,02	82,97	0,02	4,68	57,52	84,85	-0,06	3,58	62,09
	3	82,96	0,39	6,81	55,49	84,45	0,37	5,60	59,29	85,01	0,42	5,13	60,79	81,74	-0,10	4,45	55,60	83,54	0,01	4,53	58,71	84,67	-0,11	3,61	61,72
	4	82,75	0,42	7,01	54,91	84,97	0,27	4,94	60,89	84,68	0,31	4,87	60,43	81,23	-0,11	4,91	54,28	82,78	0,04	4,53	57,35	85,71	-0,09	3,61	63,70
	5	83,36	0,35	5,98	56,95	84,71	0,42	5,56	59,78	84,96	0,19	5,09	60,75	81,92	-0,06	4,61	55,77	83,21	0,00	4,02	58,60	84,58	-0,12	3,65	61,53
MÉDIA		82,95	0,40	6,52	55,74	84,38	0,35	5,61	59,15	85,17	0,32	5,26	60,96	81,41	-0,08	4,82	54,67	82,95	-0,01	4,59	57,59	84,97	-0,11	3,64	62,26
DESVIO PADRÃO		0,28	0,04	0,41	0,80	0,49	0,11	0,64	1,35	0,43	0,09	0,35	0,44	0,59	0,06	0,30	1,25	0,49	0,06	0,41	1,18	0,45	0,04	0,06	0,86
VARIÂNCIA		0,08	0,00	0,16	0,64	0,24	0,01	0,41	1,83	0,18	0,01	0,13	0,20	0,35	0,00	0,09	1,57	0,24	0,00	0,17	1,40	0,20	0,00	0,00	0,73
Hidro/Externo	1	81,58	0,74	6,94	52,93	83,78	0,82	6,70	56,95	86,39	0,31	4,75	63,74	81,41	-0,04	3,71	55,69	81,05	0,29	3,76	54,94	83,67	0,18	3,69	59,71
	2	81,92	0,79	7,03	53,42	83,45	0,85	6,06	56,99	86,67	0,42	4,36	64,69	81,96	0,01	3,96	56,39	83,35	0,11	4,23	58,63	84,80	0,23	3,75	61,75
	3	79,42	1,21	8,87	47,67	80,72	1,10	6,70	51,65	84,98	0,41	4,49	61,32	81,96	0,05	4,24	56,14	83,19	0,23	4,57	58,00	84,10	0,12	3,70	60,50
	4	79,29	1,11	8,08	48,14	84,53	0,70	5,68	59,29	85,52	0,48	4,36	62,47	82,30	0,15	4,79	56,21	83,79	0,14	3,66	59,98	84,55	0,02	3,79	61,26
	5	82,12	0,45	5,98	54,74	85																			

Leituras Cromáticas - 30 dias de exposição																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Areia																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*												Observador: 10º						Iluminante: D65							
Amb/SP	Posição	Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	82,88	0,94	6,03	56,02	84,65	0,98	5,53	59,68	85,34	0,93	4,70	61,78	81,38	0,42	4,78	54,64	83,28	0,52	4,49	58,25	85,07	0,44	4,30	61,73
	2	82,71	1,05	6,21	55,53	84,90	0,95	5,57	60,11	86,04	0,74	4,68	63,10	81,17	0,36	4,32	54,70	83,00	0,52	4,30	57,94	84,92	0,31	4,00	61,73
	3	81,54	1,00	5,80	53,90	83,78	0,91	5,41	58,22	85,33	0,73	4,60	61,86	80,52	0,41	4,71	53,22	82,41	0,50	4,85	56,33	84,34	0,35	3,81	60,86
	4	83,06	1,02	5,83	56,50	84,52	0,96	5,47	59,51	85,33	0,80	5,14	61,30	80,32	0,52	4,65	52,94	83,28	0,34	4,38	58,35	85,24	0,43	3,92	62,39
	5	83,14	0,97	6,22	56,29	84,73	0,94	5,39	59,97	84,61	0,73	5,10	60,03	80,53	0,33	4,40	53,53	81,64	0,27	3,86	55,94	83,94	0,40	4,21	59,71
	MÉDIA		82,67	1,00	6,02	55,65	84,52	0,95	5,47	59,50	85,33	0,79	4,84	61,61	80,78	0,41	4,57	53,81	82,72	0,43	4,37	57,36	84,70	0,39	4,05
DESVIO PADRÃO		0,65	0,04	0,20	1,04	0,43	0,03	0,08	0,75	0,50	0,09	0,26	1,11	0,46	0,07	0,20	0,82	0,70	0,12	0,36	1,14	0,54	0,06	0,20	1,03
VARIÂNCIA		0,42	0,00	0,04	1,09	0,19	0,00	0,01	0,57	0,25	0,01	0,07	1,23	0,21	0,01	0,04	0,67	0,40	0,01	0,13	1,30	0,30	0,00	0,04	1,07
Imp/Interno	1	80,35	0,16	7,52	50,97	82,61	0,48	6,39	55,69	79,73	0,64	6,16	50,86	78,69	-0,07	5,40	49,92	81,28	-0,20	5,26	54,48	82,66	-0,55	4,93	57,39
	2	80,66	0,47	7,02	51,72	82,71	0,27	5,30	56,85	79,00	0,56	6,11	49,71	78,43	-0,27	5,21	49,73	81,22	-0,24	5,04	54,60	83,06	-0,45	4,55	58,40
	3	80,87	0,39	6,83	52,27	82,05	0,75	6,04	54,74	82,65	0,31	5,69	56,34	76,71	0,03	5,43	46,73	81,74	0,01	4,35	56,00	84,16	-0,38	4,16	60,75
	4	81,08	0,59	6,80	52,56	81,23	0,64	7,11	52,51	80,99	0,60	5,79	53,36	77,96	0,10	5,83	48,32	79,36	-0,12	5,00	51,36	84,76	-0,35	4,62	61,43
	5	81,85	0,27	6,39	54,37	83,57	0,40	5,97	57,71	81,01	0,70	5,50	53,60	78,14	-0,23	5,86	48,74	81,51	-0,17	5,21	54,96	83,27	-0,55	4,26	59,08
	MÉDIA		80,96	0,37	6,91	52,38	82,43	0,51	6,16	55,50	80,68	0,56	5,85	52,77	77,99	-0,09	5,55	48,69	81,02	-0,14	4,97	54,28	83,58	-0,46	4,51
DESVIO PADRÃO		0,57	0,17	0,41	1,27	0,86	0,19	0,66	2,02	1,40	0,15	0,28	2,59	0,77	0,16	0,29	1,28	0,95	0,10	0,36	1,74	0,86	0,09	0,30	1,66
VARIÂNCIA		0,32	0,03	0,17	1,61	0,75	0,04	0,44	4,07	1,95	0,02	0,08	6,70	0,59	0,03	0,08	1,64	0,90	0,01	0,13	3,02	0,73	0,01	0,09	2,77
Hidro/Interno	1	72,25	2,51	11,55	35,26	80,05	1,33	7,50	49,89	84,99	0,80	5,06	60,79	77,80	0,57	6,80	46,95	82,52	0,63	4,78	56,60	83,37	0,32	4,55	58,36
	2	76,09	1,57	9,31	42,24	81,29	1,28	6,86	52,49	84,69	0,91	5,19	60,09	78,53	0,52	5,74	49,00	78,43	0,69	5,46	NO	83,83	0,31	4,35	59,36
	3	74,79	1,81	10,14	39,75	80,68	0,96	6,69	51,65	83,91	0,90	5,34	58,51	76,60	0,50	6,00	45,75	81,94	0,50	5,20	55,18	81,94	0,55	5,31	55,08
	4	73,64	1,94	10,09	38,19	83,83	0,75	5,17	NO	84,38	0,73	5,07	59,65	74,88	0,74	7,01	42,36	82,20	0,55	5,10	55,75	82,55	0,39	4,64	56,78
	5	71,43	2,10	11,32	34,40	79,64	1,07	6,60	50,01	85,28	0,64	4,67	61,72	80,75	0,42	5,02	53,31	82,18	0,52	4,66	56,10	84,13	0,25	4,06	60,20
	MÉDIA		73,64	1,98	10,48	37,97	81,10	1,08	6,56	51,01	84,65	0,79	5,07	60,15	77,71	0,55	6,12	47,47	81,45	0,58	5,04	55,91	83,16	0,36	4,58
DESVIO PADRÃO		1,88	0,35	0,93	3,22	1,65	0,24	0,86	1,27	0,53	0,11	0,25	1,21	2,19	0,12	0,81	4,06	1,70	0,08	0,32	0,60	0,90	0,11	0,46	2,05
VARIÂNCIA		3,55	0,12	0,87	10,38	2,73	0,06	0,73	1,62	0,28	0,01	0,06	1,45	4,80	0,01	0,65	16,45	2,90	0,01	0,10	0,36	0,82	0,01	0,22	4,21
SP/Externo	1	82,70	0,92	5,42	56,27	84,39	0,73	5,15	59,58	85,88	0,69	4,21	63,30	80,59	0,34	4,79	53,27	84,35	0,37	4,28	60,41	84,16	0,33	4,47	59,87
	2	83,65	0,89	5,37	58,02	83,90	0,81	5,33	58,50	86,60	0,67	3,79	65,10	81,90	0,24	4,19	56,09	80,69	0,21	4,08	54,08	85,61	0,37	3,90	63,09
	3	80,96	1,09	6,36	52,39	83,28	0,69	4,81	57,91	86,57	0,67	4,03	64,81	81,76	0,30	4,40	55,64	83,24	0,32	4,27	58,40	84,15	0,25	4,08	60,21
	4	82,40	0,87	5,68	55,49	83,61	0,82	5,47	57,85	80,05	1,76	7,09	NO	81,70	0,38	4,94	55,03	83,44	0,37	4,29	58,71	84,82	0,30	3,42	62,12
	5	82,64	0,93	5,81	55,80	84,38	0,75	5,11	59,59	86,40	0,62	4,13	64,38	NO	1,19	6,68	NO	84,53	0,36	4,01	61,00	84,11	0,41	4,31	59,90
	MÉDIA		82,47	0,94	5,73	55,59	83,91	0,76	5,18	58,69	85,10	0,88	4,65	64,40	81,49	0,49	5,00	55,01	83,25	0,33	4,18	58,52	84,57	0,33	4,04
DESVIO PADRÃO		0,97	0,09	0,40	2,04	0,48	0,05	0,25	0,86	2,84	0,49	1,37	0,79	0,61	0,40	0,99	1,24	1,54	0,07	0,13	2,72	0,65	0,06	0,41	1,48
VARIÂNCIA		0,94	0,01	0,16	4,17	0,23	0,00	0,06	0,74	8,05	0,24	1,88	0,62	0,37	0,16	0,97	1,53	2,37	0,00	0,02	7,37	0,42	0,00	0,17	2,18
Imp/Externo	1	82,33	0,74	6,54	54,60	83,22	0,73	6,67	56,06	84,46	0,70	5,37	59,52	76,71	0,35	5,58	46,28	82,27	0,11	4,60	56,38	84,68	-0,02	3,63	61,71
	2	82,56	0,71	6,24	55,29	83,27	0,66	5,95	56,82	NO	0,78	3,65	NO	78,25	0,06	5,14	49,13	83,74	0,06	4,47	59,16	82,42	0,04	4,72	56,55
	3	81,43	0,74	6,87	52,80	82,80	0,83	6,93	55,08	83,69	0,52	4,91	58,57	80,75	0,08	4,53	53,82	82,96	0,19	4,55	57,66	83,19	0,08	4,15	58,46
	4	79,53	0,58	5,77	50,60	82,91	0,64	5,77	56,35	84,48	0,75	5,16	59,76	79,70	0,13	5,03	51,59	82,69	0,13	4,70	57,07	84,22	0,10	4,22	60,29
	5	81,85	0,76	6,67	53,68	85,01	0,58	5,45	60,45	84,50	0,71	5,70	59,27	81,54	0,08	3,98	55,67	83,30	0,20	4,42	58,37	83,66	0,16	4,38	59,07
	MÉDIA		81,54	0,71	6,42	53,39	83,44	0,69	6,15	56,95	84,28	0,69	4,96	59,28	79,39	0,14	4,85	51,30	82,99	0,14	4,55	57,73	83,64	0,07	4,22
DESVIO PADRÃO		1,21	0,07	0,43	1,82	0,90	0,10	0,62	2,06	0,39	0,10	0,79	0,51	1,94	0,12	0,61	3,72	0,56	0,06	0,11	1,09	0,88	0,07	0,40	1,94
VARIÂNCIA		1,46	0,01	0,18	3,32	0,81	0,01	0,39	4,23	0,15	0,01	0,62	0,26	3,76	0,01	0,38	13,86	0,32	0,00	0,01	1,18	0,78	0,00	0,16	3,77
Hidro/Externo	1	79,97	1,07	7,09	50,10	83,14	0,83	5,75	56,75	84,33	0,77	4,99	59,62	77,46	0,34	5,67	47,36	83,27	0,36	4,39	58,30	83,31	0,37	4,31	58,45
	2	78,87	1,12	7,57	47,92	83,85	0,77	5,64	58,13	86,04	0,69	5,18	62,62	77,61	0,43	5,39	47,83	84,19	0,35	4,03	60,35	83,81	0,37	3,88	59,78
	3	78,80	1,11	7,27	48,07	84,91	0,86	5,03	60,63	83,53	0,87	5,46	57,71	75,49	0,49	5,55	44,42	81,04	0,58	4,92	53,89	83,67	0,26	3,51	59,88
	4	80,37	1,07	6,73	51,08	81,60	1,35	7,03	52,85	84,55	0,59	4,61	60,39	77,13	0,48	5,77	46,77	80,41	0,62	5,45	52,32	82,26	0,46	4,60	56,29
	5	74,62	1,22</																						

Leituras Cromáticas - 90 dias em exposição																											
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Calcário																											
Sistema Colorimétrico: L*a*b*														Observador: 10°							Iluminante: D65						
Amb/SP	Posição	Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%													
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60					
		L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*
SP/Interno	1	87,69	0,33	5,50	65,48	89,95	0,94	4,76	70,75	90,14	0,68	5,59	70,24	83,58	-0,20	3,78	59,53	85,95	-0,07	3,54	64,20	87,40	0,11	3,85	66,65		
	2	87,96	0,38	5,43	66,08	89,70	0,56	4,89	70,14	90,10	0,59	5,87	69,89	84,39	-0,25	3,32	61,48	86,38	-0,02	3,73	64,82	87,26	0,19	3,78	66,47		
	3	87,95	0,25	5,37	66,12	88,04	0,86	5,68	65,93	89,68	0,60	5,35	69,58	83,01	-0,29	3,71	58,56	83,97	0,01	4,29	59,73	87,03	0,06	3,41	66,40		
	4	88,38	0,17	5,39	66,96	89,37	0,51	4,94	69,40	89,72	0,54	5,27	69,73	82,84	-0,44	3,52	58,47	84,61	0,11	4,15	61,06	87,55	0,07	3,42	67,43		
	5	88,31	0,33	5,19	67,02	88,63	0,71	5,08	67,74	87,20	0,85	6,36	63,61	83,74	-0,28	3,42	60,19	84,61	0,12	3,92	61,28	87,56	0,11	3,59	67,28		
MÉDIA	88,06	0,29	5,38	66,33	89,14	0,72	5,07	68,79	89,37	0,65	5,69	68,61	83,51	-0,29	3,55	59,64	85,10	0,03	3,93	62,22	87,36	0,11	3,61	66,85			
DESVIO PADRÃO	0,28	0,08	0,12	0,65	0,79	0,18	0,36	1,96	1,23	0,12	0,44	2,81	0,62	0,09	0,19	1,25	1,01	0,08	0,30	2,18	0,22	0,05	0,20	0,48			
VARIÂNCIA	0,08	0,01	0,01	0,42	0,62	0,03	0,13	3,83	1,52	0,01	0,19	7,88	0,39	0,01	0,04	1,56	1,03	0,01	0,09	4,77	0,05	0,00	0,04	0,23			
Imp/Interno	1	85,82	-0,65	7,44	60,58	89,00	-1,01	6,97	67,40	88,63	-1,11	6,78	66,87	85,58	-1,18	5,18	62,62	83,21	-0,96	4,63	58,57	81,24	-1,21	4,95	54,87		
	2	85,72	-1,06	7,67	60,43	87,70	-0,81	7,16	64,53	89,07	-0,81	6,26	68,09	85,39	-0,90	5,01	62,26	82,97	-0,86	5,17	57,66	81,51	-1,06	5,39	54,89		
	3	86,81	-0,66	6,52	63,35	87,42	-0,78	7,24	63,93	89,09	-0,69	5,88	68,53	84,65	-0,76	5,14	60,76	82,71	-0,94	4,83	57,48	80,89	-1,33	4,94	54,28		
	4	85,53	-0,88	7,56	59,94	88,36	-1,11	6,94	66,22	88,05	-0,86	6,66	65,77	84,86	-1,23	5,30	61,13	82,15	-1,17	5,76	55,75	80,55	-1,57	5,26	53,52		
	5	85,65	-0,72	7,42	60,40	87,79	-1,22	7,30	64,82	89,08	-0,73	6,40	68,01	83,10	-1,10	4,58	62,21	83,09	-1,13	4,95	58,15	80,80	-1,25	5,13	53,95		
MÉDIA	85,91	-0,79	7,32	60,94	88,05	-0,99	7,13	65,38	88,78	-0,84	6,40	67,46	85,11	-1,03	5,04	61,80	82,83	-1,01	5,07	57,52	81,00	-1,28	5,13	54,30			
DESVIO PADRÃO	0,51	0,18	0,46	1,37	0,63	0,19	0,16	1,41	0,45	0,17	0,35	1,12	0,38	0,20	0,28	0,81	0,42	0,13	0,43	1,08	0,38	0,19	0,20	0,59			
VARIÂNCIA	0,27	0,03	0,21	1,87	0,40	0,03	0,03	1,98	0,21	0,03	0,12	1,26	0,14	0,04	0,08	0,65	0,18	0,02	0,19	1,17	0,14	0,03	0,04	0,35			
Hidro/Interno	1	85,43	0,20	6,86	59,86	89,06	0,33	5,12	68,60	89,00	0,34	5,61	67,94	87,55	0,08	3,73	67,14	84,41	0,03	3,95	60,87	83,36	-0,15	4,18	58,71		
	2	84,88	0,53	7,16	58,51	88,87	0,51	5,68	67,61	89,79	0,52	5,42	69,73	86,88	0,11	4,16	65,35	84,29	0,03	3,78	60,84	83,11	-0,19	4,12	58,35		
	3	86,06	0,25	7,01	60,83	88,63	0,50	5,84	66,97	88,81	0,48	5,59	67,59	86,75	0,15	3,79	65,47	85,03	0,01	3,74	62,23	82,98	-0,15	4,27	57,95		
	4	86,78	-0,24	6,01	63,20	88,82	0,44	5,29	67,94	87,68	0,28	6,07	64,85	87,08	0,05	3,47	66,45	81,46	0,11	3,69	55,80	83,50	-0,18	4,36	58,81		
	5	86,79	0,32	6,24	62,99	88,97	0,38	5,28	68,25	88,61	0,44	5,64	67,12	86,62	0,11	3,83	65,16	85,60	0,00	3,44	63,62	84,32	-0,26	3,81	60,85		
MÉDIA	85,99	0,31	6,65	61,08	88,87	0,43	5,44	67,87	88,78	0,41	5,67	67,45	86,98	0,10	3,80	65,91	84,16	0,04	3,72	60,67	83,46	-0,19	4,15	58,93			
DESVIO PADRÃO	0,84	0,13	0,50	2,02	0,16	0,08	0,30	0,62	0,76	0,10	0,24	1,75	0,36	0,04	0,24	0,85	1,60	0,04	0,18	2,95	0,52	0,04	0,21	1,12			
VARIÂNCIA	0,71	0,02	0,25	4,07	0,03	0,01	0,09	0,39	0,58	0,01	0,06	3,08	0,13	0,00	0,06	0,72	2,55	0,00	0,03	8,72	0,27	0,00	0,04	1,26			
SP/Externo	1	88,66	0,37	4,57	68,35	90,04	0,46	5,11	70,57	90,40	0,58	4,87	71,56	87,68	0,13	3,30	67,81	87,01	-0,05	2,72	67,11	84,31	-0,23	3,24	61,41		
	2	90,50	0,30	3,96	72,82	90,23	0,54	4,73	71,36	90,05	0,55	4,87	70,84	86,00	0,09	3,53	64,28	87,08	0,00	2,81	67,17	84,10	-0,24	3,21	61,04		
	3	87,38	0,30	4,87	65,51	88,35	0,55	4,84	67,45	89,67	0,61	4,91	70,02	85,97	0,03	3,52	64,24	86,71	-0,10	2,68	66,58	83,30	-0,25	3,43	59,35		
	4	85,84	0,44	5,48	61,94	88,45	0,56	5,26	67,18	89,61	0,52	4,45	70,42	86,30	0,11	3,57	64,82	86,74	-0,02	2,91	66,38	82,09	-0,28	3,38	57,21		
	5	87,15	0,42	5,31	64,58	90,11	0,42	4,30	71,63	89,67	0,67	4,68	70,28	86,29	0,05	3,40	64,97	87,02	-0,10	2,62	67,26	82,69	-0,29	3,49	58,19		
MÉDIA	87,91	0,36	4,84	66,64	89,44	0,50	4,85	69,64	89,88	0,59	4,76	70,62	86,45	0,08	3,46	65,22	86,91	-0,06	2,75	66,90	83,30	-0,26	3,35	59,44			
DESVIO PADRÃO	1,76	0,07	0,61	4,14	0,95	0,06	0,37	2,16	0,34	0,06	0,19	0,60	0,70	0,04	0,11	1,48	0,17	0,04	0,11	0,39	0,94	0,02	0,12	1,80			
VARIÂNCIA	3,10	0,00	0,37	17,18	0,90	0,00	0,14	4,66	0,11	0,00	0,04	0,36	0,50	0,00	0,01	2,19	0,03	0,00	0,01	0,15	0,88	0,00	0,01	3,25			
Imp/Externo	1	88,20	0,37	4,84	67,14	87,38	-0,03	6,43	64,00	87,13	0,36	6,86	63,04	84,27	-0,09	4,82	59,77	83,51	-0,25	4,50	58,74	81,76	-0,32	4,74	55,39		
	2	88,91	0,39	4,61	68,81	87,55	0,25	5,93	64,80	87,34	0,32	6,49	63,81	83,81	-0,05	5,09	58,68	84,45	-0,30	4,51	60,45	82,12	-0,29	4,49	56,25		
	3	87,71	0,43	4,54	66,51	86,80	0,22	6,44	62,83	84,97	0,33	6,85	59,00	84,36	-0,10	5,18	59,59	82,13	-0,25	5,12	55,68	82,00	-0,31	4,77	55,78		
	4	88,77	0,47	4,63	68,52	86,18	0,24	6,76	61,33	88,26	0,32	5,93	66,18	85,07	-0,20	4,77	61,33	82,68	-0,12	4,87	56,88	81,99	-0,38	4,33	56,16		
	5	88,32	0,45	4,50	67,74	87,48	-0,05	6,27	64,32	87,20	0,22	6,01	64,04	84,38	-0,11	4,71	60,11	83,83	-0,22	4,55	59,26	82,60	-0,35	4,53	57,06		
MÉDIA	88,38	0,42	4,62	67,74	87,08	0,13	6,37	63,46	86,98	0,31	6,43	63,22	84,38	-0,11	4,91	59,90	83,32	-0,23	4,71	58,20	82,10	-0,33	4,58	56,13			
DESVIO PADRÃO	0,48	0,04	0,13	0,95	0,58	0,15	0,30	1,40	1,21	0,06	0,45	2,63	0,45	0,05	0,21	0,96	0,92	0,07	0,27	1,91	0,31	0,04	0,18	0,62			
VARIÂNCIA	0,23	0,00	0,02	0,90	0,34	0,02	0,09	1,95	1,46	0,00	0,20	6,90	0,20	0,00	0,04	0,92	0,85	0,00	0,08	3,65	0,09	0,00	0,03	0,39			
Hidro/Externo	1	86,40	0,28	6,01	62,46	89,98	0,37	4,42	71,20	89,70	0,58	5,23	69,73	87,14	0,15	3,39	66,65	85,07	-0,10	3,43	62,61	83,17	-0,44	3,37	59,17		
	2	86,18	0,10	5,96	62,10	89,13	0,41	5,00	68,84	87,40	0,72	5,30	65,08	85,41	0,18	3,83	62,85	84,54	0,07	4,12	60,93	83,77	-0,27	3,29	60,34		
	3	86,02	-0,08	5,95	61,82	87,67	0,42	5,13	65,79	89,24	0,63	4,92	69,14	86,67	0,16	3,41	65,72	84,67	-0,04	3,55	61,75	82,55	-0,35	3,44	57,99		
	4	84,53	0,06	6,43	58,60	86,62	0,27	5,53	63,37	90,04	0,58	4,50	71,23	86,63	0,16	3,73	65,29	86,26	-0,02	2,72	65,65	81,77	-0,30	3,53	56,49		
	5	85,49	0,02	6,09	60,69	88,11	0,42	4,87	66,93	89,33	0,52	4,83	69,41	86,51	0,13	3,53	65,26	85,71	-0,02	2,97	64,32	82,16	-0,37	3,25	57,47		
MÉDIA	85,73	0,08	6,09	61,14	88,30	0,38	4,99	67,23	89,14	0,61	4,95	68,92	86,47	0,16	3,58	65,15	85,25	-0,02	3,36	63,05	82,68	-0,35	3,38	58,29			
DESVIO PADRÃO	0,75	0,13	0,20	1,56	1,30	0,06	0,40	2,98	1,02	0,07	0,33	2,29	0,64	0,02	0,19	1,40	0,73	0,06	0,54	1,92	0,80	0,07	0,11	1,50			
VARIÂNCIA	0,56	0,02	0,04	2,45	1,69	0,00	0,16	8,85	1,05	0,01	0,11	5,24	0,41	0,00	0,04	1,97	0,53	0,00	0,30	3,69	0,63	0,00	0,01	2,25			

Leituras Cromáticas - 90 dias em exposição																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Calcário																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*												Observador: 10°													
Iluminante: D65																									
		Adição de Sílica Ativa : 0%												Adição de Sílica Ativa : 5%											
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	85,30	0,73	5,33	61,10	87,47	0,85	4,60	65,96	88,73	0,78	3,80	69,34	83,05	0,32	3,58	58,72	84,68	0,20	3,08	62,24	85,20	0,36	3,46	62,83
	2	84,75	0,74	6,03	59,41	87,61	0,92	4,66	66,18	88,23	0,80	4,11	68,00	82,57	0,32	3,77	57,69	83,80	0,35	3,58	60,10	85,22	0,40	3,33	63,00
	3	84,26	0,55	5,62	58,95	87,57	0,82	4,10	66,70	88,87	0,81	4,13	69,27	81,63	0,33	3,89	55,89	83,91	0,35	3,37	60,48	85,93	0,44	3,74	63,90
	4	83,18	0,71	6,13	56,49	88,21	0,73	3,85	68,24	89,40	0,78	3,64	70,86	82,54	0,33	3,67	57,73	83,61	0,43	3,48	59,84	85,86	0,33	3,32	64,21
	5	84,39	0,74	5,63	59,12	87,41	0,94	4,39	66,09	88,52	0,75	3,96	68,76	82,79	0,23	3,39	58,44	84,06	0,39	3,49	60,65	84,74	0,23	3,30	62,14
	MÉDIA		84,38	0,69	5,75	59,01	87,65	0,85	4,32	66,63	88,75	0,79	3,93	69,25	82,51	0,31	3,66	57,69	84,01	0,35	3,40	60,66	85,39	0,35	3,43
DESVIO PADRÃO		0,78	0,08	0,33	1,65	0,32	0,09	0,34	0,94	0,44	0,02	0,21	1,05	0,54	0,04	0,19	1,10	0,41	0,09	0,19	0,94	0,50	0,08	0,18	0,84
VARIÂNCIA		0,61	0,01	0,11	2,72	0,10	0,01	0,12	0,88	0,19	0,00	0,04	1,10	0,29	0,00	0,04	1,22	0,17	0,01	0,04	0,88	0,25	0,01	0,03	0,70
Imp/Interno	1	83,46	0,26	6,30	57,32	86,43	-0,06	4,94	64,23	87,97	-0,19	4,77	67,43	81,06	-0,33	4,06	55,21	81,89	-0,34	4,51	56,33	83,27	-0,41	5,11	58,17
	2	83,75	0,12	6,51	57,68	86,55	-0,24	5,01	64,51	87,08	-0,27	5,71	64,81	81,01	-0,21	3,78	55,28	83,22	-0,56	4,15	59,06	81,83	-0,19	4,77	55,85
	3	82,82	0,28	6,44	56,03	85,09	0,00	5,82	60,89	86,83	-0,28	5,70	64,31	79,94	-0,31	4,78	52,68	81,43	-0,41	4,60	55,39	83,41	-0,37	4,61	58,90
	4	82,77	0,18	6,41	56,01	85,82	0,01	5,56	62,45	86,40	-0,45	6,40	62,91	80,36	-0,29	4,84	53,33	82,76	-0,45	4,25	58,16	81,78	-0,48	4,40	56,19
	5	83,14	0,12	6,64	56,50	86,16	-0,12	5,37	63,38	87,09	-0,36	5,47	65,12	81,77	-0,34	4,01	56,52	83,70	-0,57	3,92	60,24	81,77	-0,24	4,75	55,77
	MÉDIA		83,19	0,19	6,46	56,71	86,01	-0,08	5,34	63,09	87,07	-0,31	5,61	64,92	80,83	-0,30	4,29	54,60	82,60	-0,47	4,29	57,84	82,41	-0,34	4,73
DESVIO PADRÃO		0,42	0,07	0,13	0,76	0,59	0,11	0,37	1,47	0,57	0,10	0,58	1,64	0,70	0,05	0,48	1,57	0,93	0,10	0,27	1,98	0,85	0,12	0,26	1,45
VARIÂNCIA		0,18	0,01	0,02	0,58	0,34	0,01	0,14	2,16	0,33	0,01	0,34	2,69	0,49	0,00	0,23	2,46	0,87	0,01	0,08	3,91	0,72	0,01	0,07	2,12
Hidro/Interno	1	85,49	0,64	5,06	61,75	88,19	0,75	4,00	68,04	88,37	0,75	4,49	67,88	80,65	0,29	4,43	53,70	85,74	0,27	3,03	64,32	85,73	0,35	3,30	63,99
	2	84,91	0,83	5,93	59,79	87,39	0,77	4,62	65,80	87,91	0,79	4,32	67,13	81,37	0,39	4,47	54,90	85,12	0,28	3,08	63,07	84,90	0,34	3,52	62,20
	3	83,36	0,72	6,80	56,18	87,32	0,92	4,38	65,91	87,87	0,81	4,75	66,59	81,12	0,33	4,48	54,48	84,99	0,20	2,94	62,95	84,30	0,43	3,74	60,83
	4	82,85	0,67	6,54	55,54	88,41	0,76	4,07	68,41	86,16	0,48	5,43	62,62	81,92	0,22	3,86	56,44	84,14	0,33	3,51	60,77	85,55	0,36	3,46	63,48
	5	84,29	0,83	6,06	58,53	88,04	0,71	3,45	68,32	87,22	0,61	4,85	65,25	81,06	0,36	4,47	54,37	84,79	0,29	3,35	62,16	83,61	0,26	3,39	59,92
	MÉDIA		84,18	0,74	6,08	58,36	87,87	0,78	4,10	67,30	87,50	0,69	4,77	65,89	81,22	0,32	4,34	54,78	84,96	0,27	3,18	62,65	84,82	0,35	3,48
DESVIO PADRÃO		1,08	0,09	0,67	2,56	0,49	0,08	0,44	1,32	0,86	0,14	0,43	2,07	0,47	0,07	0,27	1,02	0,58	0,05	0,24	1,31	0,88	0,06	0,17	1,72
VARIÂNCIA		1,17	0,01	0,45	6,57	0,24	0,01	0,19	1,75	0,74	0,02	0,18	4,27	0,22	0,00	0,07	1,05	0,34	0,00	0,06	1,71	0,78	0,00	0,03	2,96
SP/Externo	1	84,13	0,85	5,23	59,02	87,49	0,99	4,34	66,27	87,58	0,80	4,62	66,17	83,02	0,26	3,15	59,09	85,39	0,35	2,94	63,70	84,71	0,45	3,51	61,83
	2	84,36	1,03	5,11	59,54	88,31	0,86	3,89	68,37	88,02	0,90	4,60	67,03	83,70	0,29	3,02	60,46	84,44	0,37	3,11	61,74	85,17	0,49	3,61	62,60
	3	83,31	0,99	5,75	57,02	87,06	0,84	4,26	65,52	87,86	0,91	4,79	66,51	82,55	0,33	3,44	57,94	83,87	0,38	3,44	60,35	86,65	0,38	2,86	66,24
	4	83,62	0,68	5,72	57,63	86,62	0,97	4,31	64,59	88,22	0,87	4,66	67,39	81,67	0,45	3,90	55,94	82,29	0,17	3,14	57,78	86,55	0,37	3,10	65,76
	5	83,92	0,87	5,50	58,36	87,15	0,87	4,33	65,62	87,99	0,77	4,29	67,32	83,21	0,37	3,18	59,39	85,48	0,41	3,10	63,73	85,71	0,42	2,86	64,39
	MÉDIA		83,87	0,88	5,46	58,31	87,33	0,90	4,23	66,07	87,93	0,85	4,59	66,88	82,83	0,34	3,34	58,56	84,30	0,34	3,14	61,46	85,76	0,43	3,19
DESVIO PADRÃO		0,41	0,13	0,29	1,02	0,63	0,07	0,19	1,42	0,24	0,06	0,19	0,53	0,77	0,08	0,35	1,72	1,30	0,10	0,18	2,50	0,85	0,05	0,36	1,92
VARIÂNCIA		0,17	0,02	0,08	1,04	0,40	0,00	0,04	2,01	0,06	0,00	0,03	0,28	0,59	0,01	0,12	2,96	1,70	0,01	0,03	6,26	0,72	0,00	0,13	3,70
Imp/Externo	1	84,25	0,60	6,09	58,47	84,77	0,62	6,14	59,37	85,65	0,42	5,92	61,24	80,52	0,08	4,88	53,13	83,39	0,02	3,97	59,03	83,34	-0,06	4,13	58,78
	2	83,91	0,56	5,65	58,27	84,72	0,61	5,85	59,55	84,73	0,54	6,37	59,09	81,04	0,14	4,72	54,16	82,96	0,11	4,56	57,68	81,64	0,09	4,49	55,39
	3	83,11	0,60	6,36	56,18	86,46	0,54	5,35	63,33	85,08	0,50	6,08	59,99	81,09	0,12	4,48	54,46	81,55	0,08	4,62	55,15	82,37	0,14	4,78	56,41
	4	82,74	0,70	6,64	55,24	86,63	0,42	5,19	63,82	84,16	0,57	6,97	57,48	80,65	0,04	4,60	53,62	81,98	0,10	4,20	56,28	83,92	0,19	4,86	59,14
	5	83,74	0,63	6,13	57,52	84,39	0,54	6,20	58,63	84,89	0,41	6,28	59,46	80,89	0,11	4,84	53,78	83,26	0,06	4,13	58,62	83,50	0,00	3,99	59,21
	MÉDIA		83,55	0,62	6,18	57,14	85,39	0,54	5,75	60,94	84,90	0,49	6,33	59,45	80,84	0,10	4,70	53,83	82,63	0,07	4,29	57,35	82,95	0,07	4,45
DESVIO PADRÃO		0,61	0,05	0,37	1,39	1,06	0,08	0,46	2,44	0,54	0,07	0,40	1,37	0,25	0,04	0,17	0,51	0,82	0,04	0,28	1,62	0,93	0,10	0,38	1,77
VARIÂNCIA		0,38	0,00	0,13	1,93	1,13	0,01	0,21	5,93	0,30	0,01	0,16	1,88	0,06	0,00	0,03	0,26	0,67	0,00	0,08	2,63	0,86	0,01	0,15	3,12
Hidro/Externo	1	86,96	0,79	3,98	65,61	87,12	0,91	4,20	65,71	87,23	0,84	5,11	64,98	83,68	0,35	3,51	59,94	85,66	0,26	2,86	64,30	85,30	0,31	3,18	63,29
	2	86,80	0,77	3,67	65,61	87,23	0,94	4,59	65,48	87,58	0,83	4,55	66,23	82,62	0,40	3,54	57,98	85,72	0,25	2,65	64,64	84,63	0,33	3,64	61,56
	3	84,08	0,68	5,25	58,90	87,64	0,89	4,33	66,57	87,78	0,88	4,68	66,48	83,04	0,29	3,43	58,85	83,91	0,32	3,08	60,78	84,78	0,30	3,56	61,91
	4	85,24	0,79	4,87	61,42	87,50	0,89	4,13	66,51	87,20	0,86	4,70	65,33	83,13	0,33	3,58	58,86	84,20	0,31	3,18	61,21	85,82	0,31	3,21	64,24
	5	86,91	0,78	3,91	65,59	86,45	0,93	4,83	63,74	87,44	0,89	4,83	65,68	83,67	0,29	3,04	60,39	85,89	0,31	2,65	64,95	85,40	0,38	3,55	63,11
	MÉDIA		86,00	0,76	4,34	63,43	87,19	0,91	4,42	65,60	87,45	0,86	4,77	65,74	83,23	0,33	3,42	59,20	85,08	0,29	2,89	63,18	85,19	0,32	3,43
DESVIO PADRÃO		1,29	0,05	0,68	3,11	0,46	0,02	0,29	1,15	0,24	0,02	0,21	0,62	0,45	0,05	0,22	0,96	0,94	0,03	0,24	2,01	0,48	0,03	0,22	1,09
VARIÂNCIA		1,66	0,00	0,47	9,68	0,21	0,00	0,08	1,31	0,06	0,00	0,05	0,38	0,20	0,00	0,05	0,92	0,88	0,00	0,06	4,04	0,23	0,00	0,05	1,18

Leituras Cromáticas - 90 dias em exposição																											
Agregado Graúdo: Calcário - Agregado Miúdo: Areia																											
Sistema Colorimétrico: L*a*b*												Observador: 10°			Iluminante: D65												
Amb/SP		Posição		Adição de Silica Ativa : 0%												Adição de Silica Ativa : 5%											
				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	85,05	0,51	6,17	59,78	86,23	0,70	5,56	62,60	87,20	0,67	4,85	65,18	82,92	0,06	4,40	57,72	83,36	0,32	4,56	58,33	86,56	0,25	3,60	65,27		
	2	83,87	0,71	6,92	56,95	86,01	0,77	5,71	62,03	85,13	0,92	5,84	60,24	82,81	0,04	4,29	57,61	83,32	0,29	4,31	58,52	86,21	0,15	3,49	64,75		
	3	83,93	0,77	6,05	57,89	85,98	0,73	5,28	62,39	86,17	0,59	4,37	63,70	83,04	0,31	4,78	57,53	83,74	0,30	4,28	59,30	86,20	0,14	3,49	64,71		
	4	83,94	0,59	5,76	58,19	85,38	0,62	5,39	61,17	86,85	0,73	4,91	64,43	82,96	0,24	4,78	57,41	83,68	0,23	4,18	59,29	85,55	0,28	3,33	63,61		
	5	84,70	0,70	6,28	59,05	85,87	0,62	5,20	62,26	87,69	0,63	4,39	66,61	82,54	0,37	4,91	56,53	84,23	0,22	4,32	60,15	85,46	0,21	3,68	63,10		
MÉDIA	84,30	0,66	6,24	58,37	85,89	0,69	5,43	62,09	86,61	0,71	4,87	64,03	82,85	0,21	4,63	57,36	83,67	0,27	4,33	59,12	85,99	0,20	3,52	64,29			
DESVIO PADRÃO	0,54	0,11	0,43	1,09	0,32	0,07	0,20	0,55	1,00	0,13	0,59	2,38	0,19	0,15	0,27	0,48	0,37	0,04	0,14	0,73	0,47	0,06	0,13	0,90			
VARIÂNCIA	0,29	0,01	0,18	1,18	0,10	0,00	0,04	0,31	0,99	0,02	0,35	5,65	0,04	0,02	0,07	0,23	0,13	0,00	0,02	0,53	0,22	0,00	0,02	0,81			
Imp/Interno	1	82,10	0,12	7,48	53,77	83,79	0,05	6,60	57,50	87,01	-0,14	4,30	65,85	81,04	-0,63	5,59	53,92	81,05	-0,23	5,58	53,70	85,03	-0,44	4,42	61,99		
	2	82,43	-0,09	7,87	54,12	81,77	-0,05	7,16	53,57	86,17	-0,20	4,95	63,68	79,84	-0,52	5,38	51,97	80,91	-0,44	5,82	53,39	84,27	-0,36	3,73	61,19		
	3	82,03	0,01	7,25	53,95	82,43	-0,24	6,97	55,02	85,18	-0,41	4,08	62,72	83,25	-0,68	4,64	58,69	79,92	-0,05	6,14	51,35	82,81	-0,59	4,23	58,22		
	4	82,01	-0,04	7,95	53,35	82,03	0,03	7,21	54,00	86,60	-0,18	3,85	65,55	81,13	-0,63	5,67	54,01	80,31	-0,22	5,61	52,46	83,87	-0,46	4,19	60,13		
	5	82,10	0,07	7,58	53,72	84,33	-0,11	6,77	58,51	85,90	-0,44	5,25	62,95	82,38	-0,80	4,31	57,41	80,91	-0,19	5,94	53,18	85,25	-0,55	4,06	62,86		
MÉDIA	82,13	0,01	7,63	53,78	82,87	-0,06	6,94	55,72	86,17	-0,27	4,49	64,15	81,53	-0,65	5,12	55,20	80,62	-0,23	5,82	52,82	84,25	-0,48	4,12	60,88			
DESVIO PADRÃO	0,17	0,08	0,29	0,29	1,13	0,12	0,26	2,18	0,70	0,14	0,59	1,46	1,32	0,10	0,61	2,76	0,48	0,14	0,23	0,94	0,98	0,09	0,25	1,79			
VARIÂNCIA	0,03	0,01	0,08	0,08	1,27	0,01	0,07	4,76	0,49	0,02	0,35	2,14	1,73	0,01	0,37	7,64	0,23	0,02	0,05	0,88	0,95	0,01	0,06	3,22			
Hidro/Interno	1	82,71	0,64	6,63	55,18	84,34	0,83	6,22	58,43	87,03	0,45	5,17	64,54	80,19	0,35	5,80	51,69	79,08	0,55	5,72	49,91	84,45	0,22	4,34	60,53		
	2	78,89	1,01	7,97	47,62	84,02	0,73	6,87	57,23	86,89	0,37	4,71	64,76	82,28	0,14	4,63	56,34	82,89	0,21	4,90	57,15	84,87	0,19	4,24	61,43		
	3	79,70	1,17	7,26	49,51	80,76	1,04	7,38	51,16	85,31	0,55	4,94	61,50	82,94	0,15	4,81	57,36	83,17	0,23	4,70	57,86	84,20	0,36	4,74	59,67		
	4	82,43	0,63	6,53	54,77	82,52	0,95	6,46	54,98	85,50	0,58	5,52	61,28	82,91	0,30	5,25	56,84	83,42	0,17	4,55	58,44	84,58	0,37	4,26	60,81		
	5	83,05	0,61	6,16	56,21	79,73	1,05	7,95	48,96	82,91	0,43	4,88	57,17	82,13	-0,08	4,35	56,35	82,90	0,05	4,13	57,92	84,48	0,27	4,37	60,53		
MÉDIA	81,36	0,81	6,91	52,66	82,28	0,92	6,97	54,15	85,53	0,47	5,04	61,85	82,09	0,17	4,97	55,72	82,29	0,24	4,80	56,26	84,52	0,28	4,39	60,59			
DESVIO PADRÃO	1,92	0,26	0,72	3,83	2,01	0,14	0,70	4,01	1,66	0,09	0,31	3,08	1,12	0,17	0,57	2,29	1,81	0,19	0,59	3,58	0,24	0,08	0,20	0,63			
VARIÂNCIA	3,67	0,07	0,51	14,68	4,04	0,02	0,49	16,09	2,76	0,01	0,10	9,51	1,27	0,03	0,32	5,24	3,28	0,04	0,34	12,80	0,06	0,01	0,04	0,40			
SP/Externo	1	83,95	0,56	5,60	58,34	86,20	0,63	4,69	63,40	88,65	0,74	4,24	68,68	82,99	0,14	4,35	57,87	85,12	0,21	4,31	61,82	85,52	0,32	3,96	62,91		
	2	84,57	0,69	6,14	58,94	86,35	0,70	4,95	63,42	87,29	0,70	4,62	65,59	83,54	0,14	5,08	58,17	84,16	0,24	4,69	59,65	85,95	0,29	3,85	63,84		
	3	85,51	0,81	6,42	60,36	86,22	0,75	4,68	63,45	87,74	0,68	4,17	66,96	83,85	0,13	4,61	59,17	84,24	0,29	3,77	60,69	82,19	0,69	4,42	56,33		
	4	84,54	0,59	5,25	59,76	87,15	0,55	3,90	66,07	86,75	0,71	4,64	64,52	83,11	0,05	3,67	58,75	84,95	0,17	3,96	61,85	79,57	1,02	5,15	51,12		
	5	84,83	0,63	5,90	59,65	86,70	0,55	4,36	64,73	88,48	0,66	4,37	68,20	82,83	0,12	3,97	57,94	84,45	0,21	4,05	60,83	85,52	0,34	3,59	63,26		
MÉDIA	84,68	0,66	5,86	59,41	86,52	0,64	4,52	64,21	87,78	0,70	4,41	66,79	83,26	0,12	4,34	58,38	84,58	0,22	4,16	60,97	83,75	0,53	4,20	59,49			
DESVIO PADRÃO	0,56	0,10	0,46	0,78	0,40	0,09	0,40	1,18	0,80	0,03	0,21	1,75	0,42	0,04	0,55	0,56	0,43	0,04	0,36	0,91	2,79	0,32	0,61	5,59			
VARIÂNCIA	0,32	0,01	0,21	0,61	0,16	0,01	0,16	1,40	0,64	0,00	0,05	3,05	0,18	0,00	0,30	0,31	0,19	0,00	0,13	0,83	7,77	0,10	0,37	31,22			
Imp/Externo	1	82,76	0,47	7,24	54,74	85,21	0,26	5,74	60,57	85,65	0,27	6,06	61,10	81,11	-0,13	5,83	53,27	81,56	0,04	5,40	54,42	85,40	-0,15	4,02	62,71		
	2	82,93	0,30	6,46	55,78	83,91	0,39	6,22	57,72	85,74	0,39	5,67	61,65	79,68	0,00	5,70	50,99	81,61	-0,04	5,64	54,27	84,56	-0,19	4,21	60,95		
	3	81,68	0,53	7,48	52,66	84,42	0,46	5,93	58,93	84,68	0,42	5,72	59,64	81,40	0,03	5,10	54,42	84,09	0,19	5,13	59,14	84,58	-0,05	3,96	61,23		
	4	83,19	0,42	6,81	55,89	85,52	0,18	5,36	61,55	84,76	0,42	5,78	59,71	80,74	-0,04	5,40	53,04	83,44	-0,02	5,15	57,98	84,91	-0,15	3,79	62,03		
	5	83,07	0,33	6,31	56,16	85,41	0,26	5,84	60,84	84,58	0,47	6,26	58,91	82,11	-0,06	5,11	55,65	83,44	-0,04	4,76	58,36	84,96	-0,08	4,31	61,60		
MÉDIA	82,73	0,41	6,86	55,05	84,89	0,31	5,82	59,92	85,08	0,39	5,90	60,20	81,01	-0,04	5,43	53,47	82,83	0,03	5,22	56,83	84,88	-0,13	4,06	61,70			
DESVIO PADRÃO	0,61	0,09	0,50	1,44	0,70	0,11	0,32	1,56	0,56	0,08	0,25	1,13	0,89	0,06	0,33	1,73	1,16	0,10	0,33	2,31	0,34	0,06	0,21	0,69			
VARIÂNCIA	0,37	0,01	0,25	2,07	0,49	0,01	0,10	2,44	0,32	0,01	0,06	1,28	0,80	0,00	0,11	3,01	1,36	0,01	0,11	5,34	0,12	0,00	0,04	0,48			
Hidro/Externo	1	76,98	1,00	7,22	45,26	83,81	0,82	6,13	57,56	87,22	0,49	4,68	65,42	82,95	0,09	4,01	58,13	85,30	0,18	3,88	62,58	85,14	0,27	4,28	61,87		
	2	81,16	0,94	7,16	52,01	81,21	0,90	6,28	52,88	86,77	0,49	4,52	64,71	82,82	0,14	4,66	57,29	83,98	0,15	4,55	59,46	83,94	0,45	4,76	59,16		
	3	78,86	1,13	7,94	47,58	82,49	1,10	6,47	54,89	85,98	0,54	4,50	63,18	79,97	0,34	5,65	51,44	83,31	0,25	4,31	58,49	83,84	0,44	4,19	59,53		
	4	75,86	1,42	8,07	42,86	81,96	0,95	6,20	54,23	85,77	0,43	4,55	62,75	82,26	0,12	4,63	56,29	83,70	0,25	5,20	58,31	83,84	0,18	4,39	59,36		
	5	81,98	0,76	5,98	54,49	86,05	0,81	5,49	62,29	85,69	0,47	4,62	62,54	83,17	0,11	3,68	58,83	84,60	0,29	4,15	61,00	85,31	0,22	4,08	62,39		
MÉDIA	78,97	1,05	7,28	48,44	83,10	0,91	6,11	56,37	86,28	0,48	4,58	63,72	82,23	0,16	4,53	56,40	84,18	0,22	4,42	59,97	84,41	0,31	4,34	60,46			
DESVIO PADRÃO	2,62	0,25	0,83	4,78	1,90	0,12	0,37	3,72	0,68	0,04	0,07	1,27	1,31	0,10	0,75	2,93	0,78	0,06	0,50	1,81	0,74	0,13	0,26	1,54			
VARIÂNCIA	6,87	0,06	0,69	22,83	3,61	0,01	0,14	13,85	0,46	0,00	0,01	1,62	1,71	0,01	0,57	8,58	0,62	0,00	0,25	3,27	0,55	0,02	0,07	2,37			

Leituras Cromáticas - 90 dias em exposição																									
Agregado Graúdo: Basalto - Agregado Miúdo: Areia																									
Sistema Colorimétrico: L*a*b*										Observador: 10°					Iluminante: D65										
		Adição de Silica Ativa : 0%										Adição de Silica Ativa : 5%													
		Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60				Rel. água/aglomerante: 0,42				Rel. água/aglomerante: 0,51				Rel. água/aglomerante: 0,60			
Amb/SP	Posição	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
SP/Interno	1	83,37	0,95	6,06	56,85	85,16	0,97	5,24	60,92	86,51	0,86	4,82	63,89	81,55	0,39	4,49	55,21	83,19	0,61	4,73	57,85	85,21	0,32	4,51	61,78
	2	83,12	0,86	5,92	56,55	85,65	0,87	5,04	62,04	87,43	0,67	4,12	66,41	81,42	0,55	5,10	54,41	83,72	0,46	4,22	59,31	85,17	0,32	3,93	62,29
	3	83,20	1,06	5,53	57,05	84,88	0,95	5,07	60,58	86,50	0,73	4,45	64,25	79,61	0,45	4,98	51,45	82,59	0,55	4,73	56,77	82,86	0,64	5,07	56,90
	4	83,37	1,15	5,85	57,05	85,44	0,86	4,84	61,82	86,44	0,84	4,67	63,90	80,21	0,35	4,55	52,84	83,08	0,46	4,52	57,88	85,22	0,31	3,78	62,53
	5	84,13	0,96	5,95	58,31	85,41	0,99	5,21	61,40	86,12	0,77	4,99	62,97	81,95	0,40	4,54	55,85	82,84	0,42	4,07	57,84	84,93	0,39	3,94	61,82
	MÉDIA		83,44	1,00	5,86	57,16	85,31	0,93	5,08	61,35	86,60	0,77	4,61	64,28	80,95	0,42	4,73	53,95	83,08	0,50	4,46	57,93	84,68	0,40	4,24
DESVIO PADRÃO		0,40	0,11	0,20	0,67	0,30	0,06	0,16	0,61	0,49	0,08	0,34	1,28	0,99	0,08	0,29	1,80	0,42	0,08	0,30	0,90	1,03	0,14	0,54	2,35
VARIÂNCIA		0,16	0,01	0,04	0,45	0,09	0,00	0,03	0,37	0,24	0,01	0,12	1,64	0,98	0,01	0,08	3,22	0,18	0,01	0,09	0,82	1,05	0,02	0,29	5,52
Imp/Interno	1	82,02	0,50	7,08	53,96	83,63	0,80	6,40	57,21	84,28	0,23	5,22	59,62	80,64	-0,14	4,88	53,61	82,33	-0,24	5,16	56,30	84,45	-0,13	3,98	61,24
	2	82,05	0,45	6,42	54,60	84,19	0,27	5,67	59,17	84,53	0,35	4,69	60,60	80,39	-0,14	5,28	52,85	82,99	-0,25	4,82	57,87	84,26	-0,37	4,58	60,48
	3	83,23	0,43	5,10	57,80	82,19	0,50	5,99	55,13	84,45	0,52	5,89	59,20	76,97	-0,25	4,53	47,89	81,80	0,10	5,24	55,33	84,11	-0,33	3,85	60,90
	4	81,50	0,89	6,92	53,04	82,56	0,74	6,27	55,45	82,36	0,54	4,52	56,77	79,36	0,09	5,57	50,79	81,40	0,14	4,90	54,76	83,41	-0,25	4,23	59,20
	5	83,44	0,26	5,83	57,62	84,17	0,34	6,00	58,79	84,68	0,35	4,78	60,79	80,21	-0,22	5,51	52,42	82,64	-0,23	5,10	57,01	84,61	-0,55	4,37	61,43
	MÉDIA		82,45	0,50	6,27	55,40	83,35	0,53	6,06	57,15	84,06	0,40	5,02	59,40	79,52	-0,13	5,15	51,51	82,23	-0,10	5,04	56,25	84,17	-0,33	4,20
DESVIO PADRÃO		0,84	0,23	0,82	2,18	0,93	0,24	0,28	1,85	0,96	0,13	0,55	1,61	1,50	0,13	0,44	2,27	0,64	0,20	0,18	1,25	0,46	0,16	0,29	0,89
VARIÂNCIA		0,71	0,05	0,66	4,74	0,86	0,06	0,08	3,44	0,93	0,02	0,30	2,59	2,26	0,02	0,20	5,16	0,41	0,04	0,03	1,57	0,21	0,02	0,09	0,79
Hidro/Interno	1	71,57	2,11	9,32	35,95	82,19	0,88	5,93	54,92	82,39	0,98	5,72	55,45	79,04	0,66	6,81	48,90	83,52	0,48	4,31	58,86	82,84	0,48	4,71	57,23
	2	73,02	1,98	10,08	37,36	80,51	1,47	8,07	50,12	84,58	0,96	5,75	59,32	78,31	0,51	6,06	48,36	82,89	0,57	4,93	57,13	83,35	0,39	4,63	58,23
	3	70,89	2,47	10,75	34,08	84,36	0,79	5,56	59,10	84,03	0,85	5,63	58,43	76,85	0,85	6,91	45,39	81,38	0,64	5,80	53,66	81,65	0,65	5,63	54,27
	4	73,35	2,15	10,44	37,53	84,39	0,96	5,56	59,18	85,08	0,74	5,32	60,68	76,34	0,65	6,48	44,96	82,04	0,54	5,22	55,32	82,66	0,37	4,43	57,18
	5	71,33	2,41	11,56	34,09	82,23	0,98	6,22	54,71	85,06	0,80	4,95	61,02	81,72	0,41	4,63	55,33	82,65	0,58	4,73	56,87	84,70	0,31	4,24	61,08
	MÉDIA		72,03	2,22	10,43	35,80	82,74	1,02	6,27	55,61	84,23	0,86	5,47	58,98	78,45	0,61	6,18	48,59	82,49	0,56	4,99	56,37	83,04	0,44	4,73
DESVIO PADRÃO		1,09	0,21	0,83	1,68	1,65	0,27	1,05	3,75	1,11	0,10	0,34	2,23	2,13	0,16	0,92	4,15	0,82	0,06	0,56	1,97	1,11	0,13	0,53	2,44
VARIÂNCIA		1,18	0,04	0,68	2,83	2,72	0,07	1,09	14,09	1,24	0,01	0,12	4,98	4,52	0,03	0,85	17,25	0,67	0,00	0,31	3,87	1,24	0,02	0,29	5,98
SP/Externo	1	83,60	0,88	5,58	57,72	85,12	0,88	5,34	60,74	85,49	0,89	5,44	61,28	80,77	0,41	4,96	53,40	84,35	0,43	4,38	60,29	80,10	0,97	5,45	51,77
	2	83,87	0,95	5,90	57,90	85,60	0,89	5,60	61,35	86,67	0,77	4,30	64,71	75,28	1,12	6,44	43,38	82,69	0,52	4,98	56,70	85,88	0,43	3,80	63,73
	3	81,67	0,96	5,82	54,11	84,48	0,88	5,42	59,48	86,16	0,79	4,32	63,72	82,03	0,38	4,33	56,17	84,38	0,37	4,02	60,70	83,97	0,67	3,78	60,14
	4	79,89	1,04	6,48	50,51	84,27	0,75	5,22	59,29	85,13	0,77	4,55	61,52	81,41	0,52	4,65	54,78	84,00	0,37	4,18	59,85	83,92	0,48	4,27	59,59
	5	82,98	0,97	5,80	56,41	84,85	0,82	5,07	60,51	86,46	0,68	4,18	64,45	76,90	0,34	3,84	48,02	84,83	0,35	4,17	61,41	85,07	0,47	4,31	61,69
	MÉDIA		82,40	0,96	5,92	55,33	84,86	0,84	5,33	60,27	85,98	0,78	4,56	63,14	79,28	0,55	4,85	51,15	84,05	0,41	4,35	59,79	83,79	0,60	4,32
DESVIO PADRÃO		1,64	0,06	0,34	3,09	0,53	0,06	0,20	0,87	0,65	0,07	0,51	1,63	3,00	0,32	0,98	5,33	0,82	0,07	0,38	1,82	2,22	0,23	0,68	4,55
VARIÂNCIA		2,68	0,00	0,12	9,55	0,28	0,00	0,04	0,76	0,43	0,01	0,26	2,65	9,00	0,11	0,96	28,40	0,67	0,00	0,14	3,31	4,92	0,05	0,46	20,70
Imp/Externo	1	82,21	0,80	7,24	53,77	83,15	0,71	7,38	55,32	84,73	0,60	5,79	59,62	81,33	0,22	5,61	53,82	83,37	0,12	4,85	58,13	83,77	-0,04	4,89	58,81
	2	82,46	0,68	7,04	54,43	84,62	0,55	5,87	59,36	84,86	0,56	6,15	59,52	80,37	0,21	5,85	51,98	83,75	0,17	5,12	58,56	84,36	0,17	4,67	60,12
	3	81,85	0,81	7,39	53,05	84,57	0,87	6,88	58,25	82,82	0,57	5,45	56,52	81,25	0,22	5,31	53,96	84,05	0,04	5,21	59,04	84,68	0,14	4,06	61,29
	4	81,27	0,81	6,93	52,46	83,29	0,56	5,77	57,05	85,24	0,61	5,37	60,97	81,07	0,20	5,21	53,73	82,36	0,16	5,55	55,67	84,57	0,17	4,59	60,57
	5	82,59	0,78	6,82	54,83	85,93	0,61	5,67	61,96	84,74	0,54	5,64	59,80	82,44	0,09	4,10	57,16	84,10	0,19	4,66	59,64	84,48	0,22	4,82	60,14
	MÉDIA		82,08	0,77	7,08	53,71	84,31	0,66	6,31	58,39	84,48	0,58	5,68	59,29	81,29	0,19	5,22	54,13	83,53	0,14	5,08	58,21	84,37	0,13	4,61
DESVIO PADRÃO		0,53	0,05	0,23	0,97	1,14	0,13	0,77	2,50	0,95	0,03	0,31	1,65	0,75	0,05	0,67	1,88	0,72	0,06	0,34	1,53	0,36	0,10	0,33	0,90
VARIÂNCIA		0,28	0,00	0,05	0,94	1,29	0,02	0,59	6,23	0,90	0,00	0,10	2,73	0,56	0,00	0,45	3,52	0,51	0,00	0,12	2,33	0,13	0,01	0,11	0,82
Hidro/Externo	1	82,38	1,06	6,53	54,66	83,88	0,97	6,00	57,79	84,48	0,67	4,83	60,04	78,71	0,42	5,75	49,28	84,75	0,33	3,75	61,68	83,84	0,49	4,41	59,31
	2	82,94	0,84	5,78	56,36	84,61	0,93	5,58	59,54	86,14	0,67	5,35	62,63	78,21	0,42	5,50	48,69	85,00	0,37	3,97	61,92	83,99	0,36	4,55	59,46
	3	77,91	1,24	7,11	46,79	84,74	0,92	6,05	59,33	83,33	0,80	5,04	57,75	78,04	0,82	5,44	48,43	82,49	0,57	4,59	56,70	83,25	0,48	4,22	58,43
	4	81,22	1,01	6,33	52,84	82,01	1,19	6,54	54,00	84,47	0,76	5,21	59,65	77,66	0,72	6,26	47,16	82,34	0,50	4,89	56,18	82,56	0,55	4,67	56,77

Tabela Resumo - Leituras colorimétricas após 0 dias de exposição															
Traço	Sistema de Proteção	Silica	Ambiente	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	
calcário/calcário	sem SP	0%	Interno	0,42				0,51				0,60			
				impermeabilizante	84,70	-0,23	5,37	60,02	88,16	0,15	4,59	67,38	88,48	0,15	4,86
				hidrofugante	82,73	-1,02	6,85	55,78	85,91	-1,14	6,47	62,11	87,82	-1,13	5,34
	sem SP	0%	Externo	impermeabilizante	85,86	-0,05	6,52	59,50	88,04	-0,09	5,09	66,65	88,12	-0,15	5,19
				hidrofugante	83,90	-0,41	5,24	58,72	87,39	-0,32	4,17	66,39	87,79	-0,21	4,39
				hidrofugante	83,42	-0,96	6,20	57,66	85,17	-0,72	6,44	60,58	87,55	-0,74	5,71
	sem SP	5%	Interno	impermeabilizante	83,13	-0,31	6,86	55,81	87,88	-0,20	4,59	66,85	88,37	0,07	5,28
				hidrofugante	79,68	-0,63	3,36	53,15	82,79	-0,16	3,84	58,04	85,71	-0,17	3,13
				hidrofugante	75,46	-1,32	4,35	46,02	78,74	-1,12	4,22	51,41	82,64	-1,20	4,10
			Externo	hidrofugante	81,52	-0,40	3,78	55,85	83,20	-0,35	3,18	59,44	85,01	-0,15	3,67
				hidrofugante	78,61	-0,58	4,15	50,63	85,19	-0,22	2,86	63,46	85,16	-0,24	3,61
				hidrofugante	78,14	-1,06	4,84	49,84	79,45	-1,15	4,82	52,11	82,81	-1,09	4,57
basalto/calcário	sem SP	0%	Interno	impermeabilizante	78,56	-0,67	4,19	50,52	82,95	-0,21	3,57	58,60	85,11	-0,17	3,67
				hidrofugante	80,63	0,66	6,50	51,86	83,97	0,80	5,57	58,43	86,80	0,62	4,73
				hidrofugante	80,11	0,09	6,84	51,18	83,84	-0,08	5,31	59,16	85,34	-0,41	5,82
	sem SP	0%	Externo	impermeabilizante	81,89	0,62	6,66	53,88	87,28	0,58	4,28	65,97	86,21	0,52	5,11
				hidrofugante	78,72	0,83	7,37	47,95	83,89	0,67	5,05	58,79	86,69	0,63	4,71
				hidrofugante	80,74	0,04	6,68	52,35	83,69	-0,09	6,15	58,17	83,83	-0,35	6,34
	sem SP	5%	Interno	hidrofugante	83,99	0,55	5,44	58,70	86,07	0,71	5,22	62,67	87,43	0,63	4,84
				hidrofugante	78,37	0,25	4,62	49,76	79,35	0,26	4,22	51,73	79,86	0,26	4,69
				hidrofugante	78,07	-0,46	3,85	50,50	82,21	-0,56	4,15	57,44	78,57	-0,32	4,92
			Externo	hidrofugante	79,35	0,31	4,71	51,30	83,94	0,17	3,54	60,40	83,54	0,23	3,70
				hidrofugante	79,16	0,14	3,83	51,75	79,12	0,15	3,92	51,67	82,63	0,24	3,83
				hidrofugante	76,68	-0,38	4,81	47,42	79,87	-0,52	4,26	53,20	77,37	-0,38	5,06
calcário/areia	sem SP	0%	Interno	hidrofugante	81,91	0,23	3,91	56,37	83,93	0,25	3,34	60,58	81,60	0,15	4,28
				hidrofugante	80,02	0,64	7,48	49,92	83,91	0,58	5,98	57,92	83,63	0,81	5,96
				hidrofugante	79,19	0,10	7,75	48,74	79,86	0,26	7,37	50,23	84,33	-0,40	4,83
	sem SP	0%	Externo	hidrofugante	78,24	0,94	8,53	48,61	80,51	1,03	7,55	52,44	84,44	0,50	5,36
				hidrofugante	80,99	0,67	7,56	51,42	85,35	0,52	5,37	61,15	83,75	0,49	4,94
				hidrofugante	80,78	0,05	6,80	52,17	81,44	-0,01	6,39	53,83	84,95	-0,48	5,91
	sem SP	5%	Interno	hidrofugante	80,28	0,79	8,07	49,80	81,45	0,94	7,34	52,46	83,48	0,58	5,98
				hidrofugante	78,93	0,25	5,58	49,83	81,34	0,24	4,80	54,56	82,22	0,33	4,51
				hidrofugante	79,37	-0,67	4,98	51,72	76,07	-0,05	6,55	44,93	83,87	-0,61	4,16
			Externo	hidrofugante	79,85	0,10	5,16	51,74	80,61	0,19	5,11	53,02	84,28	0,26	4,27
				hidrofugante	80,21	0,10	4,67	52,77	78,69	0,04	4,36	50,51	77,41	0,35	4,31
				hidrofugante	79,65	-0,53	4,95	52,15	81,04	-0,59	4,79	54,68	83,31	-0,67	3,81
basalto/areia	sem SP	0%	Interno	hidrofugante	80,11	0,16	5,22	52,06	81,15	0,19	4,77	54,24	81,96	0,08	4,24
				hidrofugante	81,06	1,05	6,50	52,47	82,31	0,99	6,18	54,91	84,99	0,75	4,76
				hidrofugante	80,10	0,38	6,88	51,06	81,57	0,35	6,35	54,00	79,05	0,71	6,43
	sem SP	0%	Externo	hidrofugante	71,12	2,29	11,22	34,16	80,15	1,09	6,76	50,77	83,64	0,79	5,39
				hidrofugante	78,46	1,10	6,73	48,05	82,70	0,92	5,46	56,27	82,23	0,91	5,34
				hidrofugante	79,23	0,46	6,98	49,51	81,80	0,37	6,82	54,00	82,19	0,24	5,14
	sem SP	5%	Interno	hidrofugante	76,97	1,50	8,50	45,90	81,99	1,10	6,69	53,87	82,87	0,95	5,86
				hidrofugante	79,19	0,35	4,63	51,08	75,40	0,60	5,70	44,26	83,96	0,40	4,26
				hidrofugante	76,29	-0,08	5,56	46,06	80,16	-0,11	4,90	52,98	82,79	-0,55	4,66
			Externo	hidrofugante	76,32	0,57	6,26	45,18	81,15	0,60	5,15	55,23	82,04	0,36	4,61
				hidrofugante	76,42	0,55	5,50	45,99	80,51	0,40	4,88	53,10	82,76	0,34	4,48
				hidrofugante	75,29	0,04	5,37	46,58	81,74	-0,28	4,71	55,94	80,56	-0,29	4,86
sem SP	5%	Externo	hidrofugante	75,33	0,58	6,24	43,68	79,92	0,56	5,40	51,62	81,70	0,56	4,58	

Tabela Resumo - Leituras colorimétricas após 30 dias de exposição														
Traço	Sistema de Proteção	Silica	Ambiente	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*
				0,42				0,51				0,60		
calcário/calcário	sem SP	0%	Interno	86,65	-0,03	4,80	64,23	87,53	0,02	4,76	66,02	89,09	0,55	5,08
	impermeabilizante			84,04	-1,01	6,75	58,19	86,78	-0,93	5,29	64,65	88,17	-1,11	5,57
	hidrofugante			86,04	0,09	6,47	61,40	85,08	0,09	6,77	59,32	88,57	0,20	5,05
	sem SP		Externo	88,11	0,13	4,17	67,70	87,85	-0,06	4,31	67,11	89,93	0,34	4,13
	impermeabilizante			86,97	-0,21	5,00	64,66	86,98	-0,52	4,91	64,81	88,30	0,08	4,90
	hidrofugante			85,33	-0,18	5,50	61,02	86,08	-0,35	5,08	61,02	89,33	0,33	4,25
	sem SP	5%	Interno	81,60	-0,42	3,20	56,56	84,24	0,03	3,48	61,01	87,00	0,05	3,10
	impermeabilizante			78,34	-1,36	4,12	50,83	80,74	-1,03	4,21	54,74	83,97	-1,08	4,07
	hidrofugante			82,40	-0,31	3,65	57,52	84,74	-0,10	3,02	62,41	86,34	0,05	3,19
	sem SP		Externo	82,73	-0,38	2,89	58,85	86,11	-0,06	2,49	65,59	86,07	0,00	3,00
	impermeabilizante			82,22	-0,42	3,58	57,31	83,19	-0,33	3,91	58,72	84,87	-0,22	3,77
	hidrofugante			82,23	-0,51	2,92	57,92	85,20	-0,09	2,82	63,50	86,38	0,01	3,02
basalto/calcário	sem SP	0%	Interno	82,49	0,75	6,28	55,18	85,84	0,87	4,97	62,47	87,31	0,78	4,46
	impermeabilizante			80,14	0,27	7,17	50,87	83,89	-0,04	5,53	59,02	85,30	-0,31	5,80
	hidrofugante			81,85	0,81	6,75	53,70	87,25	0,72	4,18	65,99	86,36	0,66	4,74
	sem SP		Externo	82,30	0,86	5,88	55,14	86,69	0,87	4,42	64,62	87,86	0,74	4,25
	impermeabilizante			82,99	0,62	5,96	56,32	85,19	0,61	5,30	60,96	84,88	0,40	5,60
	hidrofugante			84,89	0,72	4,74	60,97	86,94	0,84	4,47	65,05	87,63	0,75	4,46
	sem SP	5%	Interno	80,28	0,28	4,16	53,34	82,11	0,32	3,79	56,84	82,93	0,30	3,76
	impermeabilizante			78,61	-0,38	4,22	51,00	81,85	-0,51	4,28	56,59	79,00	-0,29	5,00
	hidrofugante			79,54	0,37	4,63	51,68	83,82	0,27	3,45	60,26	83,81	0,31	3,49
	sem SP		Externo	82,79	0,27	3,04	58,75	84,14	0,38	3,09	61,18	85,33	0,35	3,07
	impermeabilizante			80,04	0,09	4,40	52,72	82,83	0,08	3,72	58,26	81,83	0,08	4,25
	hidrofugante			82,94	0,27	3,11	58,98	84,88	0,31	2,91	62,76	84,63	0,26	3,32
calcário/areia	sem SP	0%	Interno	82,40	0,78	6,90	56,30	85,06	0,65	5,68	60,28	85,69	0,71	5,02
	impermeabilizante			79,83	0,16	7,43	50,02	81,42	0,17	7,27	52,87	84,93	-0,44	5,17
	hidrofugante			79,04	1,10	8,37	50,09	81,43	0,92	6,95	54,32	84,14	0,52	5,41
	sem SP		Externo	84,24	0,64	5,98	58,48	85,93	0,59	4,69	62,91	87,33	0,57	4,28
	impermeabilizante			82,95	0,40	6,52	55,74	84,38	0,35	5,61	59,15	85,17	0,32	5,26
	hidrofugante			80,87	0,86	7,38	51,38	83,66	0,83	6,15	57,32	85,77	0,41	4,49
	sem SP	5%	Interno	81,53	0,23	5,04	54,64	82,40	0,25	4,60	56,59	85,26	0,12	3,37
	impermeabilizante			80,58	-0,70	5,13	53,59	77,99	-0,22	6,31	48,11	83,68	-0,61	4,33
	hidrofugante			80,71	0,10	4,98	53,33	82,11	0,14	4,54	56,13	84,32	0,26	4,29
	sem SP		Externo	82,51	0,11	4,42	56,94	83,99	0,19	4,12	59,91	83,94	0,44	4,14
	impermeabilizante			81,41	-0,08	4,82	54,67	82,95	-0,01	4,59	57,59	84,97	-0,11	3,64
	hidrofugante			82,06	0,05	4,10	56,44	83,14	0,18	4,07	58,41	84,49	0,15	3,76
basalto/areia	sem SP	0%	Interno	82,67	1,00	6,02	55,65	84,52	0,95	5,47	59,50	85,33	0,79	4,84
	impermeabilizante			80,96	0,37	6,91	52,38	82,43	0,51	6,16	55,50	80,68	0,56	5,85
	hidrofugante			73,64	1,98	10,48	37,97	81,10	1,08	6,56	51,01	84,65	0,79	5,07
	sem SP		Externo	82,47	0,94	5,73	55,59	83,91	0,76	5,18	58,69	85,10	0,88	4,65
	impermeabilizante			81,54	0,71	6,42	53,39	83,44	0,69	6,15	56,95	84,28	0,69	4,96
	hidrofugante			78,53	1,12	7,11	49,29	83,44	0,95	5,92	57,15	84,32	0,71	5,07
	sem SP	5%	Interno	80,78	0,41	4,57	53,81	82,72	0,43	4,37	57,36	84,70	0,39	4,05
	impermeabilizante			77,99	-0,09	5,55	48,69	81,02	-0,14	4,97	54,28	83,58	-0,46	4,51
	hidrofugante			77,71	0,55	6,12	47,47	81,45	0,58	5,04	55,91	83,16	0,36	4,58
	sem SP		Externo	81,49	0,49	5,00	55,01	83,25	0,33	4,18	58,52	84,57	0,33	4,04
	impermeabilizante			79,39	0,14	4,85	51,30	82,99	0,14	4,55	57,73	83,64	0,07	4,22
	hidrofugante			77,33	0,41	5,50	47,34	82,44	0,46	4,56	56,72	83,46	0,38	4,07

Tabela Resumo - Leituras colorimétricas após 90 dias de exposição															
Traço	Sistema de Proteção	Silica	Ambiente	0,42				0,51				0,60			
				L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO	L*	a*	b*	Br ISO
calciário/calciário	sem SP	0%	Interno	88,06	0,29	5,38	66,33	89,14	0,72	5,07	68,79	89,37	0,65	5,69	
	impermeabilizante			85,91	-0,79	7,32	60,94	88,05	-0,99	7,13	65,38	88,78	-0,84	6,40	
	hidrofugante			85,99	0,31	6,65	61,08	88,87	0,43	5,44	67,87	88,78	0,41	5,67	
	sem SP		Externo	87,91	0,36	4,84	66,64	89,44	0,50	4,85	69,64	89,88	0,59	4,76	
	impermeabilizante			88,38	0,42	4,62	67,74	87,08	0,13	6,37	63,46	86,98	0,31	6,43	
	hidrofugante			85,73	0,08	6,09	61,14	88,30	0,38	4,99	67,23	89,14	0,61	4,95	
	sem SP	5%	Interno	83,51	-0,29	3,55	59,64	85,10	0,03	3,93	62,22	87,36	0,11	3,61	
	impermeabilizante			81,00	-1,28	5,13	54,30	82,83	-1,01	5,07	57,52	85,11	-1,03	5,04	
	hidrofugante			83,46	-0,19	4,15	58,93	84,16	0,04	3,72	60,67	86,98	0,10	3,80	
	sem SP		Externo	83,30	-0,26	3,35	59,44	86,91	-0,06	2,75	66,90	86,45	0,08	3,46	
	impermeabilizante			82,10	-0,33	4,58	56,13	83,32	-0,23	4,71	58,20	84,38	-0,11	4,91	
	hidrofugante			82,68	-0,35	3,38	58,29	85,25	-0,02	3,36	63,05	86,47	0,16	3,58	
basalto/calciário	sem SP	0%	Interno	84,38	0,69	5,75	59,01	87,65	0,85	4,32	66,63	88,75	0,79	3,93	
	impermeabilizante			83,19	0,19	6,46	56,71	86,01	-0,08	5,34	63,09	87,07	-0,31	5,61	
	hidrofugante			84,18	0,74	6,08	58,36	87,87	0,78	4,10	67,30	87,50	0,69	4,77	
	sem SP		Externo	83,87	0,88	5,46	58,31	87,33	0,90	4,23	66,07	87,93	0,85	4,59	
	impermeabilizante			83,55	0,62	6,18	57,14	85,39	0,54	5,75	60,94	84,90	0,49	6,33	
	hidrofugante			86,00	0,76	4,34	63,43	87,19	0,91	4,42	65,60	87,45	0,86	4,77	
	sem SP	5%	Interno	82,51	0,31	3,66	57,69	84,01	0,35	3,40	60,66	85,39	0,35	3,43	
	impermeabilizante			80,83	-0,30	4,29	54,60	82,60	-0,47	4,29	57,84	82,41	-0,34	4,73	
	hidrofugante			81,22	0,32	4,34	54,78	84,96	0,27	3,18	62,65	84,82	0,35	3,48	
	sem SP		Externo	82,83	0,34	3,34	58,56	84,30	0,34	3,14	61,46	85,76	0,43	3,19	
	impermeabilizante			80,84	0,10	4,70	53,83	82,63	0,07	4,29	57,35	82,95	0,07	4,45	
	hidrofugante			83,23	0,33	3,42	59,20	85,08	0,29	2,89	63,18	85,19	0,32	3,43	
calciário/areia	sem SP	0%	Interno	84,30	0,66	6,24	58,37	85,89	0,69	5,43	62,09	86,61	0,71	4,87	
	impermeabilizante			82,13	0,01	7,63	53,78	82,87	-0,06	6,94	55,72	86,17	-0,27	4,49	
	hidrofugante			81,36	0,81	6,91	52,66	82,28	0,92	6,97	54,15	85,53	0,47	5,04	
	sem SP		Externo	84,68	0,66	5,86	59,41	86,52	0,64	4,52	64,21	87,78	0,70	4,41	
	impermeabilizante			82,73	0,41	6,86	55,05	84,89	0,31	5,82	59,92	85,08	0,39	5,90	
	hidrofugante			78,97	1,05	7,28	48,44	83,10	0,91	6,11	56,37	86,28	0,48	4,58	
	sem SP	5%	Interno	82,85	0,21	4,63	57,36	83,67	0,27	4,33	59,12	85,99	0,20	3,52	
	impermeabilizante			81,53	-0,65	5,12	55,20	80,62	-0,23	5,82	52,82	84,25	-0,48	4,12	
	hidrofugante			82,09	0,17	4,97	55,72	82,29	0,24	4,80	56,26	84,52	0,28	4,39	
	sem SP		Externo	83,26	0,12	4,34	58,38	84,58	0,22	4,16	60,97	83,75	0,53	4,20	
	impermeabilizante			81,01	-0,04	5,43	53,47	82,83	0,03	5,22	56,83	84,88	-0,13	4,06	
	hidrofugante			82,23	0,16	4,53	56,40	84,18	0,22	4,42	59,97	84,41	0,31	4,34	
basalto/areia	sem SP	0%	Interno	83,44	1,00	5,86	57,16	85,31	0,93	5,08	61,35	86,60	0,77	4,61	
	impermeabilizante			82,45	0,50	6,27	55,40	83,35	0,53	6,06	57,15	84,06	0,40	5,02	
	hidrofugante			72,03	2,22	10,43	35,80	82,74	1,02	6,27	55,61	84,23	0,86	5,47	
	sem SP		Externo	82,40	0,96	5,92	55,33	84,86	0,84	5,33	60,27	85,98	0,78	4,56	
	impermeabilizante			82,08	0,77	7,08	53,71	84,31	0,66	6,31	58,39	84,48	0,58	5,68	
	hidrofugante			79,64	1,19	6,80	50,07	84,03	0,99	5,89	58,20	84,50	0,74	5,16	
	sem SP	5%	Interno	80,95	0,42	4,73	53,95	83,08	0,50	4,46	57,93	84,68	0,40	4,24	
	impermeabilizante			79,52	-0,13	5,15	51,51	82,23	-0,10	5,04	56,25	84,17	-0,33	4,20	
	hidrofugante			78,45	0,61	6,18	48,59	82,49	0,56	4,99	56,37	83,04	0,44	4,73	
	sem SP		Externo	79,28	0,55	4,85	51,15	84,05	0,41	4,35	59,79	83,79	0,60	4,32	
	impermeabilizante			81,29	0,19	5,22	54,13	83,53	0,14	5,08	58,21	84,37	0,13	4,61	
	hidrofugante			78,58	0,56	5,57	49,25	83,82	0,44	4,25	59,47	83,77	0,46	4,33	

ANEXO IV

**PLANILHAS DO SOFTWARE STATISTICA – NÍVEL DE
SIGNIFICÂNCIA**

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a resistência mecânica							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 5 – Relação a/aglomerante; 5 – Idade.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
1	1	630.871	144	5.311234	118.780	0.000000	Sim
2	1	1146.655	144	5.311234	215.892	0.000000	Sim
3	1	244.535	144	5.311234	46.041	0.000000	Sim
4	2	8413.717	144	5.311234	1584.136	0.000000	Sim
5	2	3561.125	144	5.311234	670.489	0.000000	Sim
12	1	93.167	144	5.311234	17.542	0.000049	Sim
13	1	16.024	144	5.311234	3.017	0.084534	Não
23	1	80.216	144	5.311234	15.103	0.000155	Sim
14	2	0.559	144	5.311234	0.105	0.900203	Não
24	2	68.196	144	5.311234	12.840	0.000007	Sim
34	2	97.092	144	5.311234	18.280	0.000000	Sim
15	2	38.263	144	5.311234	7.204	0.001042	Sim
25	2	46.226	144	5.311234	8.703	0.000270	Sim
35	2	69.159	144	5.311234	13.021	0.000006	Sim
45	4	29.394	144	5.311234	5.534	0.000358	Sim
123	1	0.321	144	5.311234	0.060	0.806221	Não
124	2	15.503	144	5.311234	2.919	0.057190	Não
134	2	0.036	144	5.311234	0.007	0.993218	Não
234	2	2.656	144	5.311234	0.500	0.607550	Não
125	2	8.637	144	5.311234	1.626	0.200253	Não
135	2	7.300	144	5.311234	1.374	0.256273	Não
235	2	19.100	144	5.311234	3.596	0.029919	Sim
145	4	21.278	144	5.311234	4.006	0.004121	Sim
245	4	1.211	144	5.311234	0.228	0.922306	Não
345	4	35.414	144	5.311234	6.668	0.000060	Sim
1234	2	30.396	144	5.311234	5.723	0.004059	Sim
1235	2	43.663	144	5.311234	8.221	0.000416	Sim
1245	4	3.284	144	5.311234	0.618	0.650165	Não
1345	4	11.576	144	5.311234	2.179	0.074209	Não
2345	4	8.072	144	5.311234	1.520	0.199468	Não
12345	4	27.240	144	5.311234	5.129	0.000683	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre o módulo de deformação							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 5 – Relação a/aglomerante; 5 – Idade.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
1	1	668871360	144	6334824	105.5864	0.000000	Sim
2	1	63691152	144	6334824	10.0541	0.001858	Sim
3	1	5599085	144	6334824	0.8839	0.348722	Não
4	2	1941669376	144	6334824	306.5072	0.000000	Sim
5	2	2770382848	144	6334824	437.3259	0.000000	Sim
12	1	10030190	144	6334824	1.5833	0.210316	Não
13	1	1894160	144	6334824	0.2990	0.585352	Não
23	1	65737084	144	6334824	10.3771	0.001578	Sim
14	2	43937428	144	6334824	6.9359	0.001331	Sim
24	2	12936969	144	6334824	2.0422	0.133484	Não
34	2	7256952	144	6334824	1.1456	0.320925	Não
15	2	83408344	144	6334824	13.1666	0.000006	Sim
25	2	76356432	144	6334824	12.0534	0.000014	Sim
35	2	12656126	144	6334824	1.9979	0.139366	Não
45	4	5159363	144	6334824	0.8144	0.517898	Não
123	1	16939234	144	6334824	2.6740	0.104184	Não
124	2	9116852	144	6334824	1.4392	0.240516	Não
134	2	936770	144	6334824	0.1479	0.862669	Não
234	2	37417248	144	6334824	5.9066	0.003424	Sim
125	2	32418810	144	6334824	5.1176	0.007127	Sim
135	2	14823853	144	6334824	2.3401	0.099975	Não
235	2	35521968	144	6334824	5.6074	0.004518	Sim
145	4	13722261	144	6334824	2.1662	0.075743	Não
245	4	8394666	144	6334824	1.3252	0.263419	Não
345	4	13799444	144	6334824	2.1783	0.074338	Não
1234	2	5524922	144	6334824	0.8722	0.420248	Não
1235	2	21311606	144	6334824	3.3642	0.037330	Sim
1245	4	11880083	144	6334824	1.8754	0.117905	Não
1345	4	24050866	144	6334824	3.7966	0.005765	Sim
2345	4	7909283	144	6334824	1.2485	0.293156	Não
12345	4	1962889	144	6334824	0.3099	0.871026	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto aos 30 dias de idade							
PARÂMETRO L*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 5 – Relação a/aglomerante.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
1	1	68,0961	120	3,086352	22,0636	0,000007	Sim
2	1	552,5703	120	3,086352	179,0367	0,000000	Sim
3	1	459,1859	120	3,086352	148,7795	0,000000	Sim
4	2	181,2316	120	3,086352	58,7203	0,000000	Sim
12	1	26,1440	120	3,086352	8,4709	0,004303	Sim
13	1	8,5880	120	3,086352	2,7826	0,097902	Não
23	1	11,3671	120	3,086352	3,6830	0,057344	Não
14	2	18,6078	120	3,086352	6,0291	0,003199	Sim
24	2	3,1634	120	3,086352	1,0249	0,361935	Não
34	2	,8723	120	3,086352	0,2826	0,754288	Não
123	1	,0339	120	3,086352	0,0110	0,916719	Não
124	2	10,8175	120	3,086352	3,5050	0,033160	Sim
134	2	5,7555	120	3,086352	1,8648	0,159386	Não
234	2	4,9598	120	3,086352	1,6070	0,204773	Não
1234	2	13,7447	120	3,086352	4,4534	0,013625	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto aos 30 dias de idade							
PARÂMETRO a*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 5 – Relação a/aglomerante.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
1	1	7,605258	120	0,012448	610,9837	0,000000	Sim
2	1	8,934320	120	0,012448	717,7565	0,000000	Sim
3	1	7,733099	120	0,012448	621,2540	0,000000	Sim
4	2	0,035231	120	0,012448	2,8304	0,062935	Não
12	1	1,309213	120	0,012448	105,1782	0,000000	Sim
13	1	0,450474	120	0,012448	36,1897	0,000000	Sim
23	1	0,421114	120	0,012448	33,8311	0,000000	Sim
14	2	0,126500	120	0,012448	10,1626	0,000084	Sim
24	2	0,065814	120	0,012448	5,2873	0,006300	Sim
34	2	0,100868	120	0,012448	8,1035	0,000500	Sim
123	1	0,183917	120	0,012448	14,7753	0,000195	Sim
124	2	0,110073	120	0,012448	8,8429	0,000262	Sim
134	2	0,004469	120	0,012448	0,3590	0,699102	Não
234	2	0,002231	120	0,012448	0,1793	0,836109	Não
1234	2	0,014202	120	0,012448	1,1410	0,322950	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto aos 30 dias de idade							
PARÂMETRO b*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 5 – Relação a/aglomerante.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
1	1	2,49286	120	0,198801	12,5395	0,000568	Sim
2	1	43,42473	120	0,198801	218,4329	0,000000	Sim
3	1	75,58012	120	0,198801	380,1793	0,000000	Sim
4	2	9,40379	120	0,198801	47,3025	0,000000	Sim
12	1	0,56704	120	0,198801	2,8523	0,093840	Não
13	1	1,20146	120	0,198801	6,0435	0,015385	Sim
23	1	0,00348	120	0,198801	0,0175	0,894968	Não
14	2	0,81801	120	0,198801	4,1147	0,018690	Sim
24	2	2,45961	120	0,198801	12,3722	0,000013	Sim
34	2	1,34401	120	0,198801	6,7606	0,001652	Sim
123	1	0,24617	120	0,198801	1,2382	0,268033	Não
124	2	0,76447	120	0,198801	3,8454	0,024061	Sim
134	2	0,46244	120	0,198801	2,3261	0,102063	Não
234	2	0,04939	120	0,198801	0,2485	0,780403	Não
1234	2	0,38299	120	0,198801	1,9265	0,150135	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto aos 30 dias de idade							
BRANCURA ISO							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 5 – Relação a/aglomerante.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
1	1	218,552	120	9,411613	23,2215	0,000004	Sim
2	1	2037,727	120	9,411613	216,5119	0,000000	Sim
3	1	768,914	120	9,411613	81,6984	0,000000	Sim
4	2	694,682	120	9,411613	73,8111	0,000000	Sim
12	1	118,599	120	9,411613	12,6014	0,000551	Sim
13	1	22,563	120	9,411613	2,3973	0,124176	Não
23	1	57,038	120	9,411613	6,0604	0,015246	Sim
14	2	45,741	120	9,411613	4,8601	0,009342	Sim
24	2	19,298	120	9,411613	2,0505	0,133158	Não
34	2	3,666	120	9,411613	0,3895	0,678231	Não
123	1	1,530	120	9,411613	0,1626	0,687490	Não
124	2	26,813	120	9,411613	2,8489	0,061832	Não
134	2	18,563	120	9,411613	1,9724	0,143607	Não
234	2	12,300	120	9,411613	1,3069	0,274474	Não
1234	2	34,130	120	9,411613	3,6263	0,029571	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após aplicação do sistema de proteção							
PARÂMETRO L*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
5	2	20,9451	72	1,819422	11,5119	0,000046	Sim
15	2	0,9510	72	1,819422	0,5227	0,595145	Não
25	2	26,0804	72	1,819422	14,3344	0,000006	Sim
35	2	7,0736	72	1,819422	3,8878	0,024925	Sim
45	4	1,6008	72	1,819422	0,8798	0,480440	Não
125	2	10,3730	72	1,819422	5,7012	0,005029	Sim
135	2	0,1243	72	1,819422	0,0683	0,934022	Não
235	2	6,8165	72	1,819422	3,7465	0,028322	Sim
145	4	13,5707	72	1,819422	7,4588	0,000044	Sim
245	4	3,8636	72	1,819422	2,1235	0,086614	Não
345	4	2,2503	72	1,819422	1,2368	0,302996	Não
1235	2	1,1878	72	1,819422	0,6529	0,523609	Não
1245	4	1,2784	72	1,819422	0,7027	0,592685	Não
1345	4	1,7350	72	1,819422	0,9536	0,438343	Não
2345	4	2,1258	72	1,819422	1,1684	0,331984	Não
12345	4	2,0341	72	1,819422	1,1180	0,354787	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após aplicação do sistema de proteção							
PARÂMETRO a*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
5	2	9,01679	72	0,020518	439,4642	0,000000	Sim
15	2	0,02841	72	0,020518	1,3847	0,256977	Não
25	2	0,07807	72	0,020518	3,8050	0,026862	Sim
35	2	0,03621	72	0,020518	1,7651	0,178503	Não
45	4	0,05399	72	0,020518	2,6313	0,041149	Sim
125	2	0,03981	72	0,020518	1,9401	0,151123	Não
135	2	0,00382	72	0,020518	0,1861	0,830599	Não
235	2	0,05977	72	0,020518	2,9132	0,060729	Não
145	4	0,04134	72	0,020518	2,0148	0,101430	Não
245	4	0,04969	72	0,020518	2,4218	0,055999	Não
345	4	0,01816	72	0,020518	0,8852	0,477303	Não
1235	2	0,01400	72	0,020518	0,6823	0,508690	Não
1245	4	0,04889	72	0,020518	2,3826	0,059311	Não
1345	4	0,01364	72	0,020518	0,6650	0,618381	Não
2345	4	0,04249	72	0,020518	2,0711	0,093476	Não
12345	4	0,08965	72	0,020518	4,3696	0,003213	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após aplicação do sistema de proteção							
PARÂMETRO b*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
5	2	3,99462	72	0,234311	17,0484	0,000001	Sim
15	2	0,30679	72	0,234311	1,3093	0,276352	Não
25	2	4,34706	72	0,234311	18,5525	0,000000	Sim
35	2	1,11576	72	0,234311	4,7619	0,011422	Sim
45	4	1,14472	72	0,234311	4,8855	0,001529	Sim
125	2	1,41277	72	0,234311	6,0295	0,003793	Sim
135	2	0,08771	72	0,234311	0,3743	0,689089	Não
235	2	0,50642	72	0,234311	2,1613	0,122587	Não
145	4	0,85998	72	0,234311	3,6702	0,008908	Sim
245	4	0,37673	72	0,234311	1,6078	0,181619	Não
345	4	0,19839	72	0,234311	0,8467	0,500263	Não
1235	2	0,20404	72	0,234311	0,8708	0,422979	Não
1245	4	0,53495	72	0,234311	2,2831	0,068623	Não
1345	4	0,05298	72	0,234311	0,2261	0,922938	Não
2345	4	0,18392	72	0,234311	0,7849	0,538696	Não
12345	4	0,47902	72	0,234311	2,0444	0,097175	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após aplicação do sistema de proteção							
BRANCURA ISO							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
5	2	50,5288	72	6,310998	8,0065	0,000725	Sim
15	2	4,6945	72	6,310998	0,7439	0,478891	Não
25	2	98,5586	72	6,310998	15,6170	0,000002	Sim
35	2	23,4877	72	6,310998	3,7217	0,028966	Sim
45	4	8,6347	72	6,310998	1,3682	0,253500	Não
125	2	47,5459	72	6,310998	7,5338	0,001069	Sim
135	2	1,1549	72	6,310998	0,1830	0,833150	Não
235	2	21,9679	72	6,310998	3,4809	0,036055	Sim
145	4	53,3139	72	6,310998	8,4478	0,000012	Sim
245	4	9,9023	72	6,310998	1,5691	0,191802	Não
345	4	6,4442	72	6,310998	1,0211	0,402317	Não
1235	2	1,7948	72	6,310998	0,2844	0,753314	Não
1245	4	5,6635	72	6,310998	0,8974	0,470152	Não
1345	4	3,9446	72	6,310998	0,6250	0,646157	Não
2345	4	5,9553	72	6,310998	0,9436	0,443853	Não
12345	4	7,4400	72	6,310998	1,1789	0,327384	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO L*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
6	1	134,474	1728	1,153478	116,582	0,000000	Sim
7	2	1169,260	1728	1,153478	1013,682	0,000000	Sim
16	1	0,089	1728	1,153478	0,077	0,780929	Não
26	1	10,030	1728	1,153478	8,695	0,003233	Sim
36	1	0,652	1728	1,153478	0,565	0,452297	Não
46	2	43,734	1728	1,153478	37,915	0,000000	Sim
56	2	19,958	1728	1,153478	17,303	0,000000	Sim
17	2	3,055	1728	1,153478	2,649	0,071039	Não
27	2	7,241	1728	1,153478	6,278	0,001921	Sim
37	2	34,110	1728	1,153478	29,571	0,000000	Sim
47	4	42,924	1728	1,153478	37,213	0,000000	Sim
57	4	42,669	1728	1,153478	36,992	0,000000	Sim
67	2	70,236	1728	1,153478	60,890	0,000000	Sim
126	1	4,860	1728	1,153478	4,213	0,040267	Sim
136	1	0,189	1728	1,153478	0,164	0,685563	Não
236	1	41,660	1728	1,153478	36,117	0,000000	Sim
146	2	9,881	1728	1,153478	8,566	0,000199	Sim
246	2	21,114	1728	1,153478	18,305	0,000000	Sim
346	2	17,077	1728	1,153478	14,805	0,000000	Sim
156	2	31,980	1728	1,153478	27,725	0,000000	Sim
256	2	19,422	1728	1,153478	16,838	0,000000	Sim
356	2	14,490	1728	1,153478	12,562	0,000004	Sim
456	4	5,141	1728	1,153478	4,457	0,001383	Sim
127	2	1,947	1728	1,153478	1,688	0,185128	Não
137	2	0,243	1728	1,153478	0,211	0,810132	Não
237	2	4,673	1728	1,153478	4,052	0,017560	Sim
147	4	18,755	1728	1,153478	16,260	0,000000	Sim
247	4	26,572	1728	1,153478	23,037	0,000000	Sim
347	4	9,720	1728	1,153478	8,427	0,000001	Sim
157	4	1,714	1728	1,153478	1,486	0,203856	Não
257	4	3,484	1728	1,153478	3,021	0,017000	Sim
357	4	0,479	1728	1,153478	0,416	0,797492	Não
457	8	1,837	1728	1,153478	1,593	0,121920	Não
167	2	0,559	1728	1,153478	0,485	0,616050	Não
267	2	2,203	1728	1,153478	1,910	0,148457	Não
367	2	2,719	1728	1,153478	2,358	0,094953	Não
467	4	1,657	1728	1,153478	1,436	0,219474	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO L*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
567	4	3,701	1728	1,153478	3,208	0,012331	Sim
1236	1	0,409	1728	1,153478	0,354	0,551738	Não
1246	2	2,142	1728	1,153478	1,857	0,156401	Não
1346	2	9,481	1728	1,153478	8,220	0,000280	Sim
2346	2	3,730	1728	1,153478	3,234	0,039639	Sim
1256	2	2,193	1728	1,153478	1,901	0,149671	Não
1356	2	29,426	1728	1,153478	25,511	0,000000	Sim
2356	2	2,356	1728	1,153478	2,042	0,130062	Não
1456	4	32,088	1728	1,153478	27,818	0,000000	Não
2456	4	9,993	1728	1,153478	8,663	0,000001	Sim
3456	4	6,982	1728	1,153478	6,053	0,000078	Sim
1237	2	0,213	1728	1,153478	0,185	0,831352	Não
1247	4	27,784	1728	1,153478	24,087	0,000000	Sim
1347	4	13,839	1728	1,153478	11,998	0,000000	Sim
2347	4	4,824	1728	1,153478	4,182	0,002252	Sim
1257	4	10,804	1728	1,153478	9,367	0,000000	Sim
1357	4	1,996	1728	1,153478	1,731	0,140577	Não
2357	4	4,054	1728	1,153478	3,514	0,007270	Sim
1457	8	12,743	1728	1,153478	11,048	0,000000	Sim
2457	8	0,951	1728	1,153478	0,825	0,580752	Não
3457	8	4,768	1728	1,153478	4,134	0,000067	Sim
1267	2	6,080	1728	1,153478	5,271	0,005220	Sim
1367	2	0,591	1728	1,153478	0,512	0,599248	Não
2367	2	1,614	1728	1,153478	1,399	0,247169	Não
1467	4	1,251	1728	1,153478	1,084	0,362633	Não
2467	4	5,000	1728	1,153478	4,335	0,001717	Sim
3467	4	0,328	1728	1,153478	0,284	0,888391	Não
1567	4	4,609	1728	1,153478	3,996	0,003129	Sim
2567	4	0,678	1728	1,153478	0,587	0,671806	Não
3567	4	2,657	1728	1,153478	2,304	0,056376	Sim
4567	8	1,348	1728	1,153478	1,169	0,314275	Não
12346	2	6,145	1728	1,153478	5,328	0,004936	Sim
12356	2	9,914	1728	1,153478	8,595	0,000193	Sim
12456	4	8,893	1728	1,153478	7,710	0,000004	Sim
13456	4	12,592	1728	1,153478	10,917	0,000000	Sim
23456	4	13,979	1728	1,153478	12,119	0,000000	Sim
12347	4	28,638	1728	1,153478	24,828	0,000000	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO L*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
12357	4	2,497	1728	1,153478	2,165	0,070637	Não
12457	8	2,602	1728	1,153478	2,256	0,021327	Sim
13457	8	3,074	1728	1,153478	2,665	0,006578	Sim
23457	8	1,413	1728	1,153478	1,225	0,280341	Não
12367	2	4,068	1728	1,153478	3,527	0,029605	Sim
12467	4	7,767	1728	1,153478	6,733	0,000022	Sim
13467	4	0,870	1728	1,153478	0,754	0,555013	Não
23467	4	0,764	1728	1,153478	0,663	0,618057	Não
12567	4	1,015	1728	1,153478	0,880	0,475219	Não
13567	4	5,554	1728	1,153478	4,815	0,000730	Sim
23567	4	0,451	1728	1,153478	0,391	0,815523	Não
14567	8	2,017	1728	1,153478	1,748	0,082967	Não
24567	8	2,851	1728	1,153478	2,472	0,011545	Sim
34567	8	3,523	1728	1,153478	3,054	0,002038	Sim
123456	4	19,192	1728	1,153478	16,639	0,000000	Sim
123457	8	1,959	1728	1,153478	1,698	0,094048	Não
123467	4	1,733	1728	1,153478	1,502	0,198985	Não
123567	4	1,487	1728	1,153478	1,289	0,272234	Não
124567	8	3,518	1728	1,153478	3,050	0,002066	Sim
134567	8	2,302	1728	1,153478	1,996	0,043527	Sim
234567	8	2,654	1728	1,153478	2,300	0,018828	Sim
1234567	8	4,457	1728	1,153478	3,864	0,000160	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO a*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
6	1	4,3857	1728	0,018142	241,737	0,000000	Sim
7	2	7,5927	1728	0,018142	418,511	0,000000	Sim
16	1	0,2859	1728	0,018142	15,758	0,000075	Sim
26	1	2,1365	1728	0,018142	117,765	0,000000	Sim
36	1	0,1182	1728	0,018142	6,517	0,010770	Sim
46	2	0,3882	1728	0,018142	21,397	0,000000	Sim
56	2	10,0630	1728	0,018142	554,671	0,000000	Sim
17	2	1,3732	1728	0,018142	75,691	0,000000	Sim
27	2	3,4798	1728	0,018142	191,806	0,000000	Sim
37	2	0,1140	1728	0,018142	6,286	0,001905	Sim
47	4	0,0820	1728	0,018142	4,522	0,001231	Sim
57	4	1,2131	1728	0,018142	66,867	0,000000	Sim
67	2	2,2648	1728	0,018142	124,834	0,000000	Sim
126	1	0,0081	1728	0,018142	,445	0,504900	Não
136	1	0,0223	1728	0,018142	1,229	0,267745	Não
236	1	0,5617	1728	0,018142	30,961	0,000000	Sim
146	2	0,2281	1728	0,018142	12,573	0,000004	Sim
246	2	0,0794	1728	0,018142	4,375	0,012729	Sim
346	2	0,2431	1728	0,018142	13,400	0,000002	Sim
156	2	0,8550	1728	0,018142	47,127	0,000000	Sim
256	2	1,2733	1728	0,018142	70,186	0,000000	Sim
356	2	0,0853	1728	0,018142	4,700	0,009208	Sim
456	4	0,4576	1728	0,018142	25,224	0,000000	Sim
127	2	0,6295	1728	0,018142	34,699	0,000000	Sim
137	2	0,2272	1728	0,018142	12,521	0,000004	Sim
237	2	0,6190	1728	0,018142	34,120	0,000000	Sim
147	4	0,1291	1728	0,018142	7,116	0,000011	Sim
247	4	0,1474	1728	0,018142	8,125	0,000002	Sim
347	4	0,1155	1728	0,018142	6,367	0,000044	Sim
157	4	0,0145	1728	0,018142	0,797	0,527027	Não
257	4	0,0146	1728	0,018142	0,805	0,521577	Não
357	4	0,0103	1728	0,018142	0,566	0,687246	Não
457	8	0,0241	1728	0,018142	1,329	0,224211	Não
167	2	0,2936	1728	0,018142	16,184	0,000000	Sim
267	2	0,1554	1728	0,018142	8,566	0,000199	Sim
367	2	0,0520	1728	0,018142	2,864	0,057304	Não
467	4	0,0283	1728	0,018142	1,560	0,182574	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO a*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
567	4	1,7933	1728	0,018142	98,846	0,000000	Sim
1236	1	0,3751	1728	0,018142	20,677	0,000006	Sim
1246	2	0,0303	1728	0,018142	1,671	0,188387	Não
1346	2	0,0545	1728	0,018142	3,005	0,049802	Sim
2346	2	0,2848	1728	0,018142	15,698	0,000000	Sim
1256	2	0,7154	1728	0,018142	39,434	0,000000	Sim
1356	2	0,1737	1728	0,018142	9,574	0,000073	Sim
2356	2	0,0974	1728	0,018142	5,371	0,004727	Sim
1456	4	0,1363	1728	0,018142	7,515	0,000005	Sim
2456	4	0,1366	1728	0,018142	7,531	0,000005	Sim
3456	4	0,1965	1728	0,018142	10,831	0,000000	Sim
1237	2	0,2154	1728	0,018142	11,875	0,000008	Sim
1247	4	0,2449	1728	0,018142	13,500	0,000000	Sim
1347	4	0,1622	1728	0,018142	8,943	0,000000	Sim
2347	4	0,1759	1728	0,018142	9,698	0,000000	Sim
1257	4	0,0239	1728	0,018142	1,317	0,261430	Não
1357	4	0,0726	1728	0,018142	4,000	0,003109	Sim
2357	4	0,0086	1728	0,018142	0,474	0,754548	Não
1457	8	0,0439	1728	0,018142	2,419	0,013452	Sim
2457	8	0,0120	1728	0,018142	0,664	0,723891	Não
3457	8	0,0460	1728	0,018142	2,537	0,009572	Sim
1267	2	0,0562	1728	0,018142	3,099	0,045365	Sim
1367	2	0,0509	1728	0,018142	2,804	0,060856	Não
2367	2	0,0404	1728	0,018142	2,229	0,107988	Não
1467	4	0,0465	1728	0,018142	2,562	0,036811	Sim
2467	4	0,0446	1728	0,018142	2,458	0,043736	Sim
3467	4	0,0262	1728	0,018142	1,445	0,216640	Não
1567	4	0,0672	1728	0,018142	3,702	0,005242	Sim
2567	4	0,0461	1728	0,018142	2,538	0,038297	Sim
3567	4	0,0173	1728	0,018142	0,952	0,433060	Não
4567	8	0,0316	1728	0,018142	1,743	0,084128	Não
12346	2	0,0633	1728	0,018142	3,487	0,030800	Sim
12356	2	0,0782	1728	0,018142	4,310	0,013585	Sim
12456	4	0,2947	1728	0,018142	16,242	0,000000	Sim
13456	4	0,2206	1728	0,018142	12,158	0,000000	Sim
23456	4	0,0706	1728	0,018142	3,890	0,003772	Sim
12347	4	0,0419	1728	0,018142	2,311	0,055682	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO a*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
12357	4	0,0160	1728	0,018142	0,884	0,472487	Não
12457	8	0,0433	1728	0,018142	2,385	0,014817	Sim
13457	8	0,0175	1728	0,018142	0,964	0,462275	Não
23457	8	0,0116	1728	0,018142	0,638	0,746465	Não
12367	2	0,0102	1728	0,018142	0,560	0,571203	Não
12467	4	0,0497	1728	0,018142	2,737	0,027485	Sim
13467	4	0,0010	1728	0,018142	0,056	0,994144	Não
23467	4	0,0144	1728	0,018142	0,795	0,528619	Não
12567	4	0,0265	1728	0,018142	1,463	0,210933	Não
13567	4	0,0394	1728	0,018142	2,169	0,070183	Não
23567	4	0,0249	1728	0,018142	1,375	0,240314	Não
14567	8	0,0144	1728	0,018142	0,792	0,609893	Não
24567	8	0,0192	1728	0,018142	1,061	0,388028	Não
34567	8	0,0467	1728	0,018142	2,572	0,008643	Sim
123456	4	0,2878	1728	0,018142	15,862	0,000000	Sim
123457	8	0,0989	1728	0,018142	5,451	0,000001	Sim
123467	4	0,0379	1728	0,018142	2,088	0,080023	Não
123567	4	0,0302	1728	0,018142	1,664	0,155670	Não
124567	8	0,0180	1728	0,018142	0,990	0,441507	Não
134567	8	0,0377	1728	0,018142	2,078	0,034909	Sim
234567	8	0,0459	1728	0,018142	2,530	0,009744	Sim
1234567	8	0,0259	1728	0,018142	1,427	0,179958	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO b*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
6	1	61,937	1728	0,206078	300,553	0,000000	Sim
7	2	38,106	1728	0,206078	184,912	0,000000	Sim
16	1	3,207	1728	0,206078	15,563	0,000083	Sim
26	1	0,192	1728	0,206078	0,931	0,334669	Não
36	1	3,807	1728	0,206078	18,473	0,000018	Sim
46	2	6,875	1728	0,206078	33,362	0,000000	Sim
56	2	3,259	1728	0,206078	15,816	0,000000	Sim
17	2	5,809	1728	0,206078	28,190	0,000000	Sim
27	2	4,391	1728	0,206078	21,308	0,000000	Sim
37	2	2,168	1728	0,206078	10,522	0,000029	Sim
47	4	1,448	1728	0,206078	7,029	0,000013	Sim
57	4	3,695	1728	0,206078	17,930	0,000000	Sim
67	2	11,772	1728	0,206078	57,126	0,000000	Sim
126	1	0,000	1728	0,206078	0,000	0,982188	Não
136	1	1,756	1728	0,206078	8,519	0,003560	Sim
236	1	0,243	1728	0,206078	1,177	0,278164	Não
146	2	4,320	1728	0,206078	20,964	0,000000	Sim
246	2	1,576	1728	0,206078	7,646	0,000494	Sim
346	2	5,340	1728	0,206078	25,913	0,000000	Sim
156	2	5,101	1728	0,206078	24,752	0,000000	Sim
256	2	1,314	1728	0,206078	6,378	0,001738	Sim
356	2	0,870	1728	0,206078	4,224	0,014797	Sim
456	4	4,046	1728	0,206078	19,635	0,000000	Sim
127	2	7,475	1728	0,206078	36,273	0,000000	Sim
137	2	0,030	1728	0,206078	0,147	0,863387	Não
237	2	1,671	1728	0,206078	8,110	0,000312	Sim
147	4	0,293	1728	0,206078	1,423	0,223964	Não
247	4	0,348	1728	0,206078	1,686	0,150481	Não
347	4	0,887	1728	0,206078	4,303	0,001817	Sim
157	4	0,420	1728	0,206078	2,040	0,086340	Não
257	4	0,774	1728	0,206078	3,754	0,004785	Sim
357	4	0,353	1728	0,206078	1,714	0,144296	Não
457	8	0,461	1728	0,206078	2,238	0,022446	Sim
167	2	0,420	1728	0,206078	2,040	0,130396	Não
267	2	2,195	1728	0,206078	10,650	0,000025	Sim
367	2	0,399	1728	0,206078	1,936	0,144524	Não
467	4	0,511	1728	0,206078	2,479	0,042288	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO b*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
567	4	1,479	1728	0,206078	7,175	0,000010	Sim
1236	1	5,001	1728	0,206078	24,268	0,000001	Sim
1246	2	0,580	1728	0,206078	2,814	0,060267	Não
1346	2	1,100	1728	0,206078	5,335	0,004898	Sim
2346	2	0,049	1728	0,206078	0,239	0,787429	Não
1256	2	1,307	1728	0,206078	6,340	0,001805	Sim
1356	2	1,585	1728	0,206078	7,691	0,000473	Sim
2356	2	2,387	1728	0,206078	11,585	0,000010	Sim
1456	4	5,904	1728	0,206078	28,647	0,000000	Sim
2456	4	0,818	1728	0,206078	3,970	0,003277	Sim
3456	4	2,165	1728	0,206078	10,505	0,000000	Sim
1237	2	0,597	1728	0,206078	2,898	0,055399	Não
1247	4	0,391	1728	0,206078	1,897	0,108473	Não
1347	4	0,088	1728	0,206078	0,428	0,788463	Não
2347	4	0,373	1728	0,206078	1,809	0,124542	Não
1257	4	1,316	1728	0,206078	6,387	0,000042	Sim
1357	4	0,462	1728	0,206078	2,242	0,062363	Não
2357	4	0,335	1728	0,206078	1,626	0,164990	Não
1457	8	0,517	1728	0,206078	2,507	0,010433	Sim
2457	8	0,464	1728	0,206078	2,250	0,021682	Sim
3457	8	0,415	1728	0,206078	2,012	0,041628	Sim
1267	2	1,639	1728	0,206078	7,956	0,000364	Sim
1367	2	0,180	1728	0,206078	0,872	0,418369	Não
2367	2	0,084	1728	0,206078	0,407	0,665933	Não
1467	4	0,073	1728	0,206078	0,353	0,842004	Não
2467	4	0,110	1728	0,206078	0,534	0,710546	Não
3467	4	0,177	1728	0,206078	0,858	0,488314	Não
1567	4	0,484	1728	0,206078	2,348	0,052445	Não
2567	4	1,133	1728	0,206078	5,499	0,000213	Sim
3567	4	0,055	1728	0,206078	0,268	0,898817	Não
4567	8	0,322	1728	0,206078	1,563	0,130996	Não
12346	2	0,730	1728	0,206078	3,543	0,029137	Sim
12356	2	0,400	1728	0,206078	1,941	0,143829	Não
12456	4	1,736	1728	0,206078	8,424	0,000001	Sim
13456	4	4,882	1728	0,206078	23,690	0,000000	Sim
23456	4	1,627	1728	0,206078	7,897	0,000003	Sim
12347	4	0,202	1728	0,206078	0,980	0,416994	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
PARÂMETRO b*							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
12357	4	0,136	1728	0,206078	0,658	0,621290	Não
12457	8	0,559	1728	0,206078	2,713	0,005693	Sim
13457	8	0,319	1728	0,206078	1,548	0,135818	Não
23457	8	0,382	1728	0,206078	1,855	0,063156	Não
12367	2	0,489	1728	0,206078	2,372	0,093629	Não
12467	4	0,162	1728	0,206078	0,786	0,533971	Não
13467	4	0,198	1728	0,206078	0,962	0,427427	Não
23467	4	0,412	1728	0,206078	2,000	0,092088	Não
12567	4	0,034	1728	0,206078	0,165	0,955952	Não
13567	4	0,360	1728	0,206078	1,745	0,137585	Não
23567	4	0,084	1728	0,206078	0,408	0,803304	Não
14567	8	0,259	1728	0,206078	1,255	0,263028	Não
24567	8	0,073	1728	0,206078	0,353	0,944691	Não
34567	8	0,306	1728	0,206078	1,485	0,157738	Não
123456	4	3,240	1728	0,206078	15,724	0,000000	Sim
123457	8	0,553	1728	0,206078	2,685	0,006199	Sim
123467	4	0,169	1728	0,206078	0,820	0,512292	Não
123567	4	0,152	1728	0,206078	0,738	0,565752	Não
124567	8	0,575	1728	0,206078	2,791	0,004524	Sim
134567	8	0,217	1728	0,206078	1,054	0,393003	Não
234567	8	0,119	1728	0,206078	0,579	0,795733	Não
1234567	8	0,402	1728	0,206078	1,953	0,048799	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
BRANCURA ISO							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
6	1	614,46	1728	3,943439	155,819	0,000000	Sim
7	2	3847,52	1728	3,943439	975,675	0,000000	Sim
16	1	0,00	1728	3,943439	0,000	0,993596	Não
26	1	29,04	1728	3,943439	7,365	0,006718	Sim
36	1	6,27	1728	3,943439	1,590	0,207467	Não
46	2	161,22	1728	3,943439	40,883	0,000000	Sim
56	2	28,61	1728	3,943439	7,256	0,000728	Sim
17	2	23,61	1728	3,943439	5,987	0,002563	Sim
27	2	16,51	1728	3,943439	4,186	0,015366	Sim
37	2	79,90	1728	3,943439	20,262	0,000000	Sim
47	4	141,80	1728	3,943439	35,958	0,000000	Sim
57	4	162,54	1728	3,943439	41,217	0,000000	Sim
67	2	293,34	1728	3,943439	74,386	0,000000	Sim
126	1	4,76	1728	3,943439	1,208	0,271960	Não
136	1	0,63	1728	3,943439	0,159	0,690589	Não
236	1	120,82	1728	3,943439	30,639	0,000000	Sim
146	2	59,50	1728	3,943439	15,087	0,000000	Sim
246	2	74,15	1728	3,943439	18,804	0,000000	Sim
346	2	67,82	1728	3,943439	17,199	0,000000	Sim
156	2	136,96	1728	3,943439	34,732	0,000000	Sim
256	2	63,10	1728	3,943439	16,000	0,000000	Sim
356	2	47,68	1728	3,943439	12,091	0,000006	Sim
456	4	33,26	1728	3,943439	8,435	0,000001	Sim
127	2	25,99	1728	3,943439	6,590	0,001408	Sim
137	2	0,58	1728	3,943439	0,147	0,863252	Não
237	2	18,79	1728	3,943439	4,765	0,008634	Sim
147	4	74,75	1728	3,943439	18,957	0,000000	Sim
247	4	107,22	1728	3,943439	27,190	0,000000	Sim
347	4	31,66	1728	3,943439	8,028	0,000002	Sim
157	4	6,99	1728	3,943439	1,771	0,131950	Não
257	4	14,78	1728	3,943439	3,747	0,004842	Sim
357	4	2,21	1728	3,943439	0,562	0,690577	Não
457	8	7,17	1728	3,943439	1,818	0,069427	Não
167	2	0,09	1728	3,943439	0,022	0,977910	Não
267	2	9,04	1728	3,943439	2,292	0,101402	Não
367	2	7,84	1728	3,943439	1,987	0,137363	Não
467	4	5,37	1728	3,943439	1,363	0,244580	Não

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
BRANCURA ISO							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	Df Effect	MS Effect	Df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
567	4	20,26	1728	3,943439	5,139	0,000408	Sim
1236	1	28,34	1728	3,943439	7,187	0,007413	Sim
1246	2	2,57	1728	3,943439	0,653	0,520627	Não
1346	2	29,93	1728	3,943439	7,589	0,000523	Sim
2346	2	6,21	1728	3,943439	1,574	0,207423	Não
1256	2	9,71	1728	3,943439	2,461	0,085609	Não
1356	2	99,76	1728	3,943439	25,298	0,000000	Sim
2356	2	13,31	1728	3,943439	3,375	0,034438	Sim
1456	4	138,58	1728	3,943439	35,141	0,000000	Sim
2456	4	32,91	1728	3,943439	8,345	0,000001	Sim
3456	4	40,97	1728	3,943439	10,389	0,000000	Sim
1237	2	,98	1728	3,943439	0,249	0,779396	Não
1247	4	102,14	1728	3,943439	25,900	0,000000	Sim
1347	4	54,82	1728	3,943439	13,902	0,000000	Sim
2347	4	10,98	1728	3,943439	2,785	0,025338	Sim
1257	4	47,37	1728	3,943439	12,013	0,000000	Sim
1357	4	6,22	1728	3,943439	1,577	0,177822	Não
2357	4	11,45	1728	3,943439	2,903	0,020754	Sim
1457	8	47,39	1728	3,943439	12,018	0,000000	Sim
2457	8	5,60	1728	3,943439	1,421	0,182830	Não
3457	8	18,70	1728	3,943439	4,741	0,000009	Sim
1267	2	18,45	1728	3,943439	4,680	0,009400	Sim
1367	2	3,44	1728	3,943439	0,871	0,418624	Não
2367	2	3,14	1728	3,943439	0,797	0,450780	Não
1467	4	2,00	1728	3,943439	0,507	0,730830	Não
2467	4	16,69	1728	3,943439	4,232	0,002061	Sim
3467	4	2,82	1728	3,943439	0,716	0,581197	Não
1567	4	12,49	1728	3,943439	3,167	0,013244	Sim
2567	4	4,97	1728	3,943439	1,260	0,283868	Não
3567	4	7,35	1728	3,943439	1,865	0,114101	Não
4567	8	7,09	1728	3,943439	1,797	0,073213	Não
12346	2	24,91	1728	3,943439	6,316	0,001849	Sim
12356	2	42,52	1728	3,943439	10,783	0,000022	Sim
12456	4	35,95	1728	3,943439	9,117	0,000000	Sim
13456	4	66,97	1728	3,943439	16,983	0,000000	Sim
23456	4	53,14	1728	3,943439	13,475	0,000000	Sim
12347	4	83,02	1728	3,943439	21,052	0,000000	Sim

Resumos de todos os efeitos dos parâmetros de controle sobre a cor do concreto após exposição ambiental							
BRANCURA ISO							
1 – Agregado graúdo; 2 – Agregado miúdo; 3 – Sílica; 4 – Relação a/aglomerante; 5 – Sistema de proteção; 6 – Ambiente de exposição; 7 – Tempo de exposição.							
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level	Ef. Signif.
12357	4	5,70	1728	3,943439	1,446	0,216511	Não
12457	8	11,22	1728	3,943439	2,845	0,003848	Sim
13457	8	10,91	1728	3,943439	2,767	0,004858	Sim
23457	8	5,08	1728	3,943439	1,289	0,244401	Não
12367	2	8,75	1728	3,943439	2,219	0,109066	Não
12467	4	18,20	1728	3,943439	4,616	0,001042	Sim
13467	4	2,70	1728	3,943439	0,684	0,602863	Não
23467	4	2,71	1728	3,943439	0,687	0,600651	Não
12567	4	1,16	1728	3,943439	0,295	0,881219	Não
13567	4	13,67	1728	3,943439	3,466	0,007906	Sim
23567	4	1,77	1728	3,943439	0,450	0,772496	Não
14567	8	6,46	1728	3,943439	1,638	0,109216	Não
24567	8	6,80	1728	3,943439	1,724	0,088177	Não
34567	8	14,98	1728	3,943439	3,798	0,000197	Sim
123456	4	99,14	1728	3,943439	25,139	0,000000	Sim
123457	8	11,70	1728	3,943439	2,966	0,002666	Sim
123467	4	5,56	1728	3,943439	1,411	0,227910	Não
123567	4	4,26	1728	3,943439	1,080	0,364553	Não
124567	8	12,61	1728	3,943439	3,199	0,001305	Sim
134567	8	8,75	1728	3,943439	2,219	0,023658	Sim
234567	8	9,52	1728	3,943439	2,415	0,013590	Sim
1234567	8	16,98	1728	3,943439	4,307	0,000038	Sim