

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

CONCRETO PIGMENTADO APARENTE:
RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO DE PROJETO ARQUITETÔNICO

Deborah P. Fontoura Gonçalves

*Trabalho final de graduação em Arquitetura e
Urbanismo apresentado à Faculdade de Arquite-
tura e Urbanismo da Universidade de São Paulo*

*sob orientação da Profa. Dra.
Fabiana Lopes de Oliveira*

São Paulo
junho/2019

AGRADECIMENTOS

à minha orientadora, Profa. Dra. Fabiana Lopes de Oliveira, por todo o tempo dedicado e pela oportunidade em desenvolver este trabalho,

à banca, pelo interesse e disponibilidade,

ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT),

à Votorantim, pelo fornecimento de material de pesquisa e disponibilização do laboratório,

à Britez Consultoria, pela dosagem do concreto estudado,

à MC Bauchemie, pelo fornecimento do hidrofugante,

à Lanxess, pelo fornecimento dos pigmentos,

à Renata, Camila e Gabriela,

aos meus colegas de graduação, que estiveram comigo ao longo destes anos,

ao Thiago, pela compreensão, paciência e ajuda ao longo de todo esse ano de trabalho,

à Thaiz, minha irmã gêmea, companheira e melhor amiga. Nada disso seria possível se não fosse você ao meu lado,

à minha família, pelo amor, incentivo e apoio sempre incondicionais.

Muito obrigada.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	4
3	A COR NA ARQUITETURA	5
4	ARQUITETURA BRASILEIRA COM CONCRETO PIGMENTADO	11
4.1	Concreto pigmentado	11
4.1.1	Panorama Internacional	12
4.1.2	Panorama Nacional	14
4.2	Praça das Artes	17
4.2.1	Projeto	17
4.2.2	Entrevista	24
4.3	Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga	28
4.3.1	Projeto	28
4.4	Centro de Debates de Políticas Públicas	35
4.4.1	Projeto	35
4.4.2	Entrevista	38
4.5	Casa Terra	39
4.5.1	Projeto	39
4.5.2	Entrevista	42
5	PARÂMETROS A SEREM CONSIDERADOS EM PROJETOS COM CON- CRETO PIGMENTADO	44
5.1	Produção e Cor	44

5.1.1	Pigmentos em pó	44
5.1.2	Cimento	46
5.1.3	Agregados	47
5.1.4	Água	48
5.2	Manifestações patológicas	49
5.3	Proteção superficial	52
5.4	Manutenção	57
5.4.1	Limpeza	60
5.5	Custo	62
6	ETAPA EXPERIMENTAL: A ESTABILIDADE DA COR	64
6.1	Avaliação da cor: Sistema CIE Lab	65
6.2	Dosagem e concretagem	68
6.3	Ensaio de exposição na câmara de UV	71
6.3.1	Resultados	74
7	RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO DE PROJETO	77
8	CONCLUSÕES	79
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
10	ANEXOS	87
10.1	Anexo 1: Dados do ensaio de exposição na câmara de UV	87
10.2	Anexo 2: Termos de autorização dos entrevistados	89

1 INTRODUÇÃO

O concreto é um material que apresenta muitas qualidades do ponto de vista estrutural, devido às suas características físicas, principalmente a resistência à compressão. É um material que possui elevada plasticidade, tomando diversas formas possíveis. Além das características físicas, o concreto detém uma elevada qualidade estética, resultado do bom manejo da forma, da proporção entre as matérias primas, da textura, da cor, etc. Desta forma, o concreto pode ser utilizado não só por pura necessidade estrutural, mas também como um importante elemento arquitetônico (CARVALHO, 2002). O avanço tecnológico de processos e materiais permite, atualmente, a execução de estruturas em diversas formas e cores. A utilização de pigmentos na preparação da mistura do concreto é uma opção que amplia a liberdade criativa e que propicia às construções, ao mobiliário urbano e a calçamentos diversos aspectos e cores, além do cinza.

Através de um projeto adequado, do emprego de produtos de boa qualidade e de mão de obra com a devida experiência, é possível conseguir resultados excelentes na utilização de concreto pigmentado (CARVALHO; CALAVERA, 2002). Este material é, portanto, capaz de unir a versatilidade de formas com a versatilidade de cores. Além disso, a opção pelo uso de pigmentos na mistura é uma alternativa vantajosa, apesar de demandar custos iniciais mais elevados. Isto porque o concreto pigmentado aparente dispensa a mesma manutenção que uma estrutura em que houve o uso de um revestimento exige ao longo de sua vida útil.

Na arquitetura em concreto aparente, a cor torna-se um elemento emblemático de grande importância. O uso de pigmentos é capaz de trazer vitalidade e distinção para algumas das mais variadas obras arquitetônicas da atualidade neste tipo de material. Os pigmentos são caracterizados por serem insolúveis e quimicamente classificados em orgânicos e inorgânicos. Os pigmentos inorgânicos são os mais indicados para a utilização na mistura do concreto, pois são eles que melhor atendem às exigências físico-químicas determinadas segundo a norma americana ASTM C 979 - Standard Specification for Pigments for Integrally Colored Concrete (2010), que especifica os requisitos básicos dos pigmentos em pó para serem usados em misturas de concreto integralmente pigmentado.

O processo de fabricação do concreto colorido não diferencia-se, fundamentalmente, do processo empregado para produzir concretos sem pigmentos. No entanto, fatores capazes de alterar a cor final

do material devem ser considerados. A escolha dos agentes colorantes, o tipo e a cor do cimento, a relação água/cimento (a/c) e a granulometria dos agregados são fatores de controle muito importantes (CARVALHO, 2002). Além disso, o concreto pigmentado, assim como o concreto convencional cinza, quando exposto à ação ambiental, sofre um processo de desgaste e deterioração naturais. As manifestações patológicas resultantes deste processo podem ser minimizadas ou até mesmo prevenidas com a utilização de sistemas de proteção superficial. Logo, esses sistemas tornam-se quase uma necessidade para a conservação da aparência do concreto aparente, pois contribuem para a durabilidade estética destas estruturas, criando barreiras que protegem as superfícies da ação ambiental, com o objetivo de manter as características iniciais do projeto. Desta forma, o aspecto colorimétrico do concreto pigmentado torna-se tão importante quanto a sua resistência e durabilidade. A ocorrência de qualquer manifestação patológica gera um impacto negativo ao efeito estético almejado.

Há bibliografia representativa a respeito do comportamento e do processo de produção do concreto pigmentado no exterior. Entretanto, para a aplicação da técnica no Brasil, é importante a obtenção de informações referentes ao comportamento do concreto colorido quando exposto às condições climáticas tropicais e também para a divulgação da capacidade construtiva da técnica estudada. Diante disso, este trabalho foi fomentado pelo estudo, ainda incipiente, acerca dos parâmetros que determinam o aspecto cromático do concreto. Na maioria dos casos, a cor é simplesmente resultado da mistura dos agregados com o cimento, mesmo no concreto cinza, que apresenta muitas nuances. É preciso aprender a compreender quais são os elementos que alteram a cor do concreto, pois ao se projetar um edifício, uma praça ou qualquer construção em uma cidade, a integração do projeto com o entorno é extremamente importante. Portanto, é necessária não só a escolha adequada dos materiais, das técnicas construtivas e das texturas, mas também das cores.

O conjunto das corretas diretrizes projetuais e dos corretos processos executados em obra garantem o efeito final de uma construção e determinam a sua qualidade. Logo, é preciso a preocupação não só com as características mecânicas do concreto pigmentado, mas também com o controle da aparência deste material, pois a cor passa a ser um parâmetro de qualidade e o seu controle passa a ser fundamental. É, portanto, preciso o conhecimento dos limites do material. Se os fatores que afetam a cor são conhecidos, pode-se obter com maior facilidade projetos duradouros e de boa qualidade.

Este trabalho busca apresentar recomendações projetuais para o uso correto do concreto pigmentado. Isto porque, no Brasil, apesar de existirem alguns exemplares de uso deste material, ele

ainda não é muito empregado. Arquitetos e engenheiros brasileiros não estão familiarizados com essa técnica, podendo haver dúvidas sobre o uso do concreto pigmentado e sobre os cuidados técnicos que ele demanda. Logo, pretende-se com o trabalho sistematizar os dados do comportamento das amostras de concreto pigmentado, resultando numa fonte que possibilite a melhor compreensão por parte do profissional sobre a importância do conhecimento do desempenho deste concreto, de modo a permitir que o especifique e o execute corretamente. Espera-se possibilitar a disponibilização de informação para que haja o domínio sobre as características do concreto, visando obter resultados desejáveis em concretos pré-moldados ou feitos in-loco. Então, mostrar que o concreto pigmentado pode ser uma solução arquitetônica vantajosa e que demanda tanto cuidado como qualquer uso de outro concreto na construção.

2 OBJETIVOS

Há um movimento crescente em explorar o concreto aparente, dando maiores opções de acabamentos do material para o uso na arquitetura, sem perder o desempenho convencional. O uso do concreto pigmentado se torna uma alternativa vantajosa por dispensar o uso de revestimentos, que é traduzido em redução do cronograma da obra e de custos. Sendo assim, o controle da cor ao longo do tempo passa a ser indispensável. Em linhas gerais, pretende-se analisar:

- A importância da escolha dos materiais para a produção do concreto pigmentado. Isto é devido a influência que a matéria prima possui no aspecto cromático final;
- A influência da incorporação do pigmento no concreto de cimento Portland, não só nos seus aspectos estéticos, mas também nos seus aspectos físicos. Foram realizados ensaios, tanto em estado fresco como no estado endurecido, para a determinação da interferência do pigmento no abatimento, na habilidade passante, no teor de ar, na resistência mecânica, na massa específica, na absorção por imersão, no índice de vazios e na absorção por capilaridade;
- A manifestação patológica mais frequente que compromete o resultado estético do concreto pigmentado: a eflorescência;
- Os possíveis tratamentos de superfície, de limpeza e de manutenção;
- A avaliação da estabilidade da cor, ao longo do tempo, de concretos pigmentados quando expostos em ambientes sujeitos a intempéries.

3 A COR NA ARQUITETURA

A cor é raramente objeto de inquérito em escolas de Arquitetura. Geralmente, aparece na fase final do processo de projeto e, muitas vezes, é produto de visões pessoais de cada profissional. Ela é capaz de esclarecer e definir o espaço, a forma e a estrutura. Além disso, a cor pode servir como um complemento aos elementos visuais tradicionais: a linha, a estrutura, a forma e o detalhe. É possível usar as cores como matéria projetual e como componente do espaço da cidade. Elas fazem parte do processo de percepção da Arquitetura e da conformação urbana. Refletem os aspectos culturais, sociais e históricos do lugar e da população (MINAH, 2006).

A cor na Arquitetura pode ser inserida de duas formas: através da cromaticidade própria dos materiais utilizados ou através da sua aplicação nos materiais. Durante muitos séculos, as limitações tecnológicas só permitiam o uso da cor na Arquitetura através do uso dos materiais construtivos disponíveis, ou seja, a cor era resultante somente da composição desses materiais. As condições climáticas eram fatores que restringiam ainda mais as opções. No Brasil, por exemplo, onde a incidência solar é mais intensa, essas condições eram ainda mais limitantes. A cal era um material disponível e acessível, o que torna o branco a cor preponderante em muitas cidades. Contrariamente, internamente às edificações, a cromaticidade era intensamente utilizada, o que permite diferentes percepções de um mesmo espaço. Pode-se citar como exemplos as casas egípcias e de Pompeia. A exceção foi a Arquitetura Grega que, possuía o exterior intensamente colorido e o interior moderadamente colorido (CESAR, 2019).

Os avanços tecnológicos ocorridos durante o século XX, proporcionaram o uso de novos materiais e, como consequência, houve a ampliação das opções cromáticas. Em 1914, o arquiteto Bruno Taut projeta o Pavilhão de Vidro, na Cologne Werkbund Exhibition. Este pavilhão possuía a forma de um tambor poligonal com uma cúpula de vidro. O poeta Paul Scheerbart possui uma epígrafe na fachada do prédio: “o vidro colorido amortece o ÓDIO” (FURTADO, 2012). Essa abordagem mostra a influência da Arquitetura Gótica sobre os modernistas. Nela, em virtude da divisão dos pesos e forças, as paredes deixam de ter função de sustentação. Assim, surgem as paredes de vidro colorido, desempenhando um papel fundamental na cromaticidade dos espaços. O gótico transfere as cores dos murais bizantinos nas paredes para os enormes vitrais. A cor e a luz passam a conferir uma

percepção diferenciada dos espaços (CESAR, 2019).

Além do Pavilhão de Vidro, Bruno Taut destacou-se por seus projetos de conjuntos habitacionais: o Cidade-Jardim Falkenberg, que ficou conhecido como “caixa de pintura”, pois o arquiteto usou toda a escala de cores (o verde, o castanho, o azul e o rosa) e o Conjunto Habitacional Hufeisensiedlung, conhecido como “ferradura” devido ao formato do conjunto, que apresenta uma grande variedade de cores que contrastam com o entorno (FURTADO, 2012).

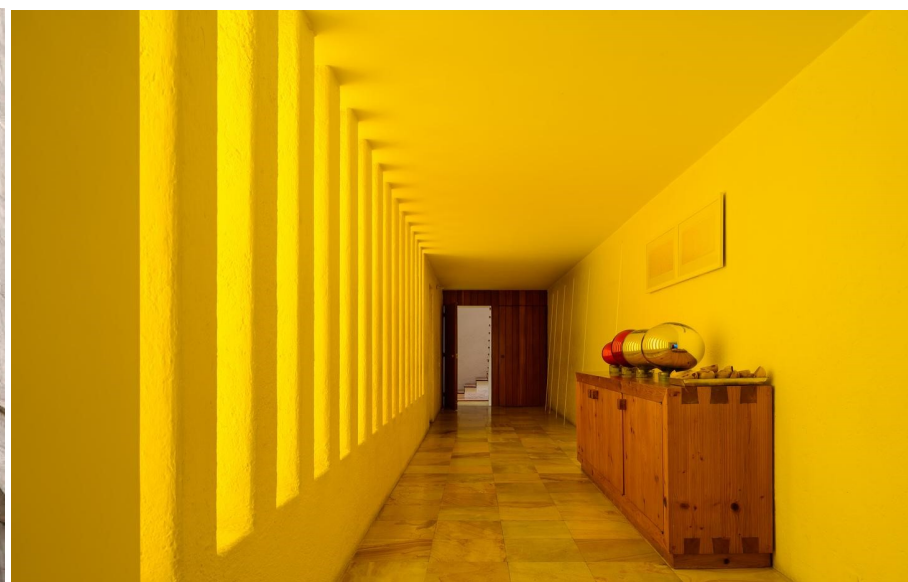
A Bauhaus, escola de design que funcionou na Alemanha entre 1919 e 1933, propunha a aprendizagem aprofundada acerca da cor, em paralelo com o estudo da forma, como elemento fundamental na formação de designers. Havia a valorização da cromaticidade própria dos materiais e não a cor aplicada. Os estudos desenvolvidos pela Bauhaus servem, até hoje, como base para o ensino da cor em escolas de Arquitetura em que ainda a cor é objeto de estudo (CESAR, 2019).

Em 1931, Le Corbusier, diferentemente do que defendia em 1918, quando afirmava que a forma precede a cor, passa a defender outro ponto de vista. Ele passa a associar a criatividade da Arquitetura com a vitalidade da cromaticidade e relaciona a estagnação do academicismo à tristeza do cinza. A partir deste momento, Le Corbusier começa a se opor àqueles que defendiam o uso da cor na Arquitetura como apenas ornamentação e decoração. Neste período, o arquiteto usa a cor para enfatizar a parede como plano e acredita que a cromaticidade pode modificar a apreciação do espaço (CESAR, 2019).

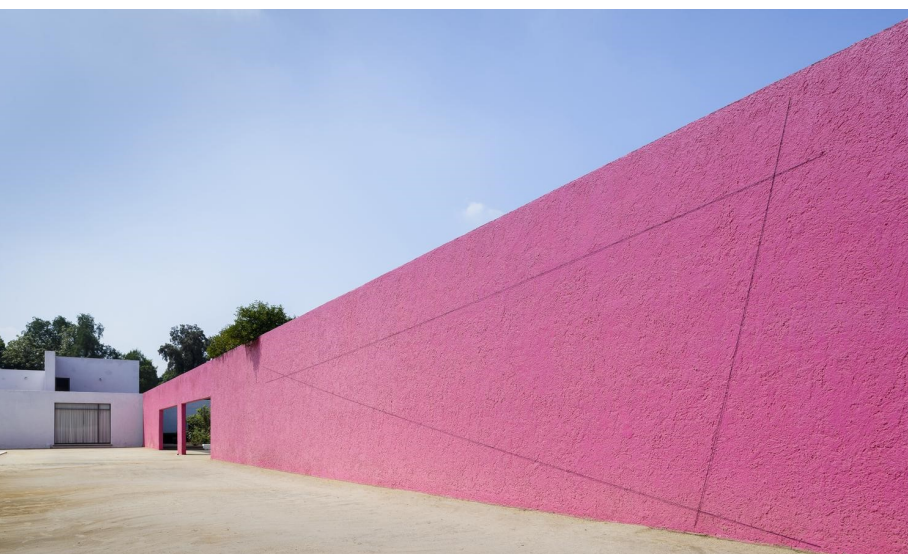
Na segunda metade do século XX, Luis Barragán, um arquiteto mexicano, se destacou pelo uso da cor em seus projetos. Era crítico dos arquitetos que privilegiavam a ausência da alvenaria ou o uso excessivo do vidro. Barragán é um dos poucos arquitetos que trabalham com a ideia do desgaste dos materiais, fazendo com que, em seus projetos, houvesse uma previsão do desbotamento cromático no tempo, característico de locais com forte incidência solar, como é o México. Um dos elementos mais representativos da Arquitetura mexicana é a cor, que foi herdada das culturas indígenas e incorporada por diferentes arquitetos. A cor da Arquitetura mexicana se transformou em uma marca projetual muito forte. Ela até contribuiu para reforçar a identidade de diferentes áreas do país, como nas cidades de San Miguel de Allende e de Guanajuato. Além de Luis Barragán, outros arquitetos mexicanos se destacaram no uso da cor, como por exemplo, Ricardo Legorreta, Juan O’Gorman e Mario Pani.



Unité d' Habitation. Projeto: Le Corbusier (Archdaily).



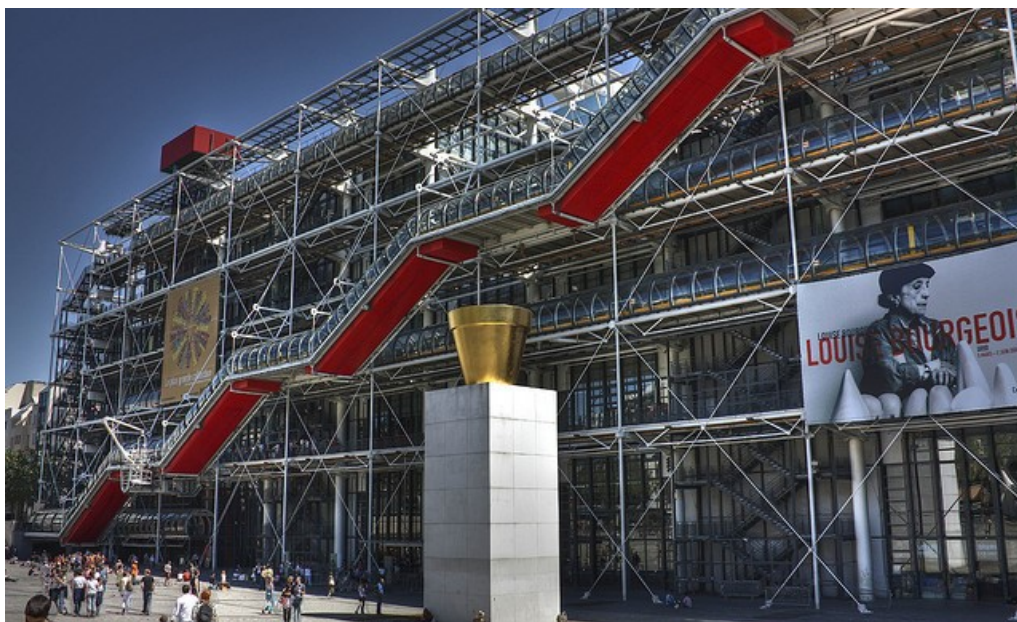
Casa Gilard. Projeto: Luis Barragán (Archdaily).



*Quadra San Cristóbal e Fonte dos Amantes.
Projeto: Luis Barragán (Archdaily).*



*Hospital Infantil Teletón de Oncología, México. Projeto:
Sordo Madaleno Arquitectos (Archdaily).*



Centro Georges Pompidou. Projeto: Richard Rogers e Renzo Piano (Archdaily).

A Arquitetura high-tech dos anos 1960 teve como expoentes Norman Foster e Richard Rogers. As estruturas caracterizam-se por serem explícitas e sem fechamentos em alvenaria. O uso de superfícies prateadas foscas era uma associação das cores, dos materiais e de novas tecnologias à modernidade do pós-guerra. No projeto do Centro Georges Pompidou, em Paris, Rogers, juntamente com Renzo Piano, define relações de transparências, alternando com os dutos coloridos externos. Principalmente em seus trabalhos mais recentes, Norman Foster procura o monocromático, com o uso de cores contrastantes apenas em destaques.

Em projetos de arquitetos como Richard Meyer, Álvaro Siza, Zaha Hadid, Oscar Niemeyer e Paulo Mendes da Rocha há a predominância de tons acromáticos, seja como cor aplicada, seja valorizando a cor própria dos materiais, independentemente das características locais ou de uma possível identidade cromática urbana (CESAR, 2019).

Pode-se acrescentar sensações de ritmo aos aspectos perceptivos da Arquitetura através do entendimento do edifício como algo vivo, como algo que é alterado conforme as condições climáticas e de luminosidade - devido à movimentação solar e às estações do ano. As cores não existem sem a presença da luz. Segundo Pedrosa (2009):

“A cor não tem existência material: é apenas sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz – mais precisamente, é a ação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão”.

A cor é intimamente ligada a estímulos psicológicos e trabalha em conjunto com volumes, aberturas e recuos. Em projetos infantis, como por exemplo a Escola em Alto de Pinheiros (projeto do Base Urbana + Pessoa Arquitetos) e a Prestwood Infant School Dining Hall (projeto de De Rosee Sa), as cores são utilizadas com o objetivo de aguçamento psíquico sensorial das crianças.

A produção contemporânea brasileira vem se destacando cada vez mais pelo uso de elementos coloridos que quebram a predominância de tons acromáticos, como por exemplo, nos projetos do Centro de Visitantes do Parque do Rola Moça, projeto do TETRO Arquitetura; na Casa 239, projeto do UNA Arquitetos; na Escola em Alto de Pinheiros, já citada anteriormente, projeto do Base Urbana + Pessoa Arquitetos; no Parque da Gare, projeto de IDOM; no Colégio Positivo Internacional, projeto de Manoel Coelho Arquitetura e Design, dentre outros.

De acordo com Cesar (2019), é possível variar também a percepção do observador quanto à espacialidade e volumetria da Arquitetura através da movimentação ao redor do edifício e dos ângulos de visão. Isto porque é possível obter diversas combinações cromáticas, dependendo do visual considerado.

A cor aplicada a ambientes internos também provoca diversos efeitos visuais: por exemplo, a aplicação de uma tonalidade escura no forro cria uma sensação de pé-direito mais baixo e, se a mesma tonalidade for aplicada na parede central, há a sensação de encurtamento espacial.

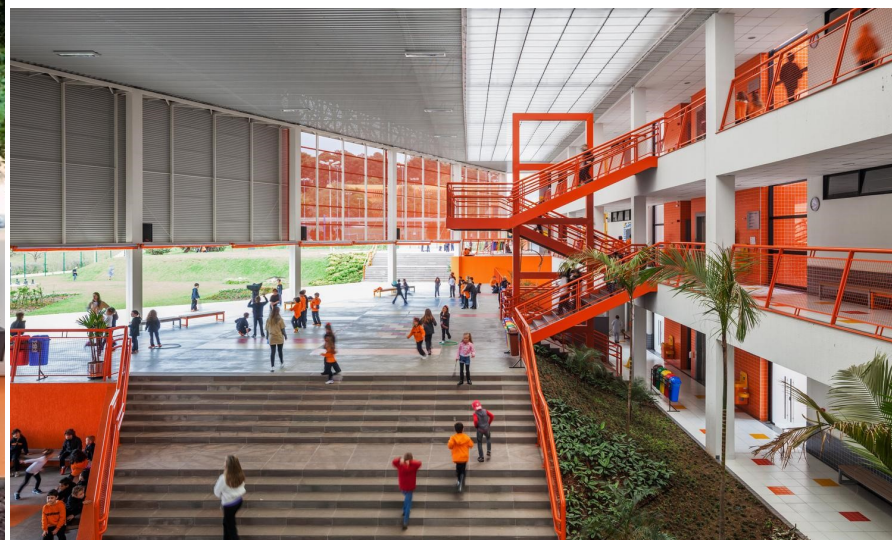
A cor faz parte da história da humanidade e esteve sempre presente na Arquitetura. A manipulação da cor, enquanto instrumento de desenho da imagem urbana, é fundamental para a coerência das intervenções na cidade. O século XXI traz avanços tecnológicos que permitem novas abordagens para o uso da cor na Arquitetura (CESAR, 2019). Avanços não só nos materiais, pois hoje a cor não depende unicamente do uso de materiais disponíveis como acontecia antigamente, mas também nas metodologias de projeto e na especificação cromática. Dessa forma, tem-se uma grande disponibilidade de produtos industriais capazes de produzir complexos tons de grande homogeneidade. A Arquitetura é, portanto, um veículo capaz de caracterizar a imagem da cidade e a cor é matéria essencial de pensar o projeto de Arquitetura.



*Escola em Alto de Pinheiros. Projeto:
Base Urbana + Pessoa Arquitetos (Archdaily).*



Parque da Gare. Projeto: IDOM (Archdaily).



*Colégio Positivo Internacional. Projeto:
Manoel Coelho Arquitetura e Design (Archdaily).*

4 ARQUITETURA BRASILEIRA COM CONCRETO PIGMENTADO

4.1 Concreto pigmentado

Segundo Coelho (2003), os primeiros registros do uso de concreto pigmentado datam da década de 1920: a empresa G. & T. Ltda, de Hull (Grã Bretanha), produziu pela primeira vez um cimento colorido. Neste mesmo ano, a Art Pavements & Decorations, em Camden Town (Londres), foi quem primeiro incorporou a cor na fabricação de peças pré-fabricadas. A fábrica de cigarros The Carreras Black Cat é provavelmente o primeiro edifício construído com concreto pigmentado. Em sua construção foi utilizada uma mistura de cimento Portland e areia colorida com ocre (argila colorida) originária da África do Sul, que proporcionava ao concreto reflexos dourados e/ou amarelados. Nas colunas e cornijas do edifício, foi acrescentada uma parte de cristal de Veneza moído com diferentes granulometrias, com o qual se obteve brilhos vermelhos, verdes e negros. Também por essa época, Wharf Lane Concrete Company produziu figuras de adornos utilizando o concreto colorido. As técnicas mais utilizadas para a coloração do concreto foram as que misturavam agregados e cristais moídos de diversas cores, que produziam um excelente efeito estético.

Após um longo período sem ser utilizado na construção de edifícios, foi durante os anos 1980 que o concreto colorido voltou a ser empregado, nos Estados Unidos, como revestimento de painéis pré-fabricados.

De acordo com Hartmann e Benini (2011), do ponto de vista técnico, o concreto pigmentado e o concreto sem pigmento são idênticos, pois o pigmento adicionado pode ser identificado como um fíler, ou seja, um agregado fino. Porém, o uso de concretos pigmentados exige um controle tecnológico mais rígido, devido a maior necessidade de homogeneidade da cor, e uma escolha correta das matérias primas, pois os agregados, o cimento e a relação água/cimento (a/c) influenciam na cor final do material. Carvalho e Calavera (2002) afirmam que, além dos materiais, as formas, o acabamento e a cura são também muito importantes para se obter concretos pigmentados de boa qualidade.

Segundo o catálogo da Lanxess, a temperatura de endurecimento do concreto é também relevante, pois ela influencia na tonalidade do concreto. A matriz cimentícia endurecida forma cristais de tamanhos diversos, dependendo da temperatura na qual o concreto é endurecido. O tamanho desses cristais é responsável pela dissipação da luz incidente no concreto. Temperaturas de endurecimento mais altas tornam a cor do concreto mais clara do que se comparada à cor do mesmo concreto endurecido a temperaturas mais baixas. Entretanto, este fenômeno só se torna reconhecível quando a diferença de temperatura é significativa, por exemplo, 2°C e 35°C.

Nos itens a seguir são apresentados alguns exemplos do uso do concreto pigmentado no Brasil e no mundo.

4.1.1 Panorama Internacional

No cenário internacional pode-se citar:

- The Carreras Black Cat (década de 1920), na Inglaterra, dos arquitetos M. Collins, O. Collins e A. Porri;
- Residência Montagnola (2017), na Suíça, do escritório Attilio Panzeri Partners;
- Casa L23 (2011), em Portugal, do escritório Pitagoras Group;
- Museum Tonofenfabrik Lahr (2017), na Alemanha, do escritório Heneghan Peng Architects;
- Center for Interpretation of The Battle of Atoleiros (2012), em Portugal, dos escritórios Gonçalo Byrne Arquitectos e Oficina Ideias em Linha;
- Curno Public Library and Auditorium (2009), na Itália, do escritório Archea Associati;
- Casa Pael (2009), no Chile, do escritório Pezo von Ellrichshausen;
- Casa das Histórias Paula Rego (2008), em Portugal, do escritório Souto Moura Arquitectos;
- Biblioteca de Ciencias, Ingenieria y Arquitectura PUCP (2014), no Peru, do escritório Llosa Cortegana Arquitectos;

- Galería Solar S. Roque (2010), em Portugal, do Arquiteto Manuel Maia Gomes;
- Hornitos Hotel (2012), no Chile, do escritório Gonzalo Mardones V Arquitectos;
- Centro Cultural Comunitário Teotitlán del Valle (2017), no México, do escritório PRODUCTORA;
- Hotel ESO, no Chile (2002), do escritório Auer+Weber;
- Soccer City Stadium, na África do Sul (2009), dos escritórios Boogertman+Partners e Populous;
- Bodega Antión (2002), na Espanha, do Arquiteto Jesús Marino Pascual;
- Plaza de La Libertad (2010), na Colômbia, dos escritórios OPUS e Toroposada Arquitectos;
- Ciutat de la Justícia (2002), na Espanha, do escritório David Chipperfield Architects;
- Nova Ponte Årsta (1994), na Suécia, do escritório Foster+Partners.



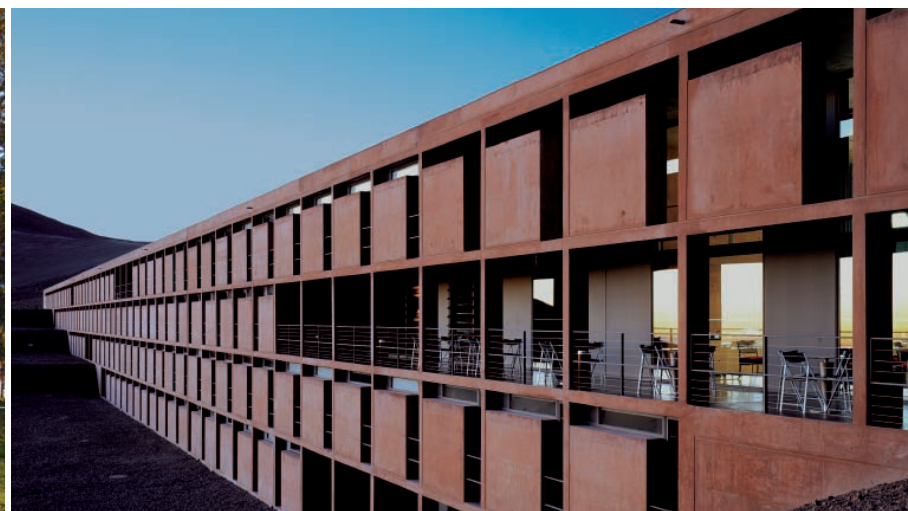
*Center for Interpretation of The Battle of Atoleiros
(Archdaily).*



Bodega Antión (Lanxess).



Casa das Histórias Paula Rego (Lanxess).



Hotel Eso (Lanxess).

4.1.2 Panorama Nacional

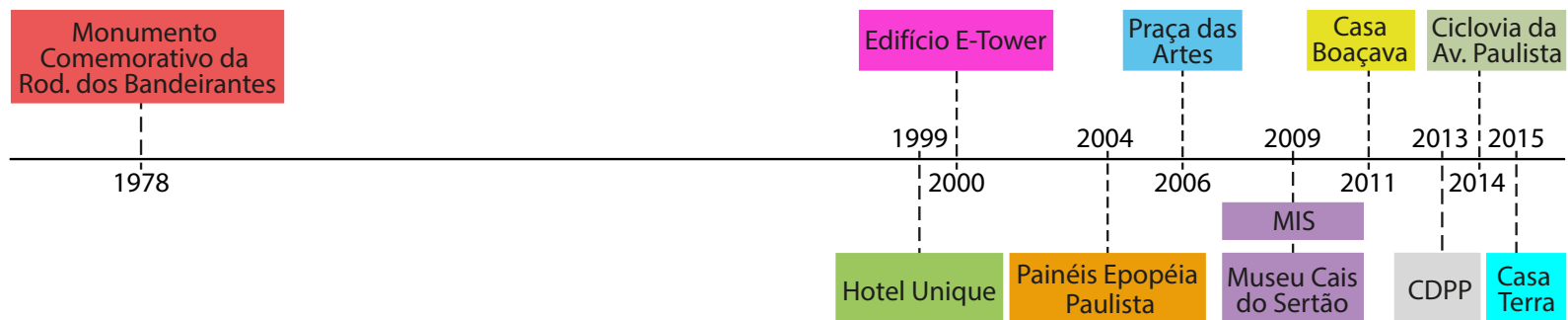
No cenário nacional pode-se citar:

- Monumento Comemorativo da Rodovia dos Bandeirantes (1978), em São Paulo, do artista Avatar da Silva Moraes;
- Paredes do Hotel Unique (1999), em São Paulo, do Arquiteto Ruy Ohtake;
- Praça das Artes (2006), em São Paulo, do escritório Brasil Arquitetura;
- Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga (2009), em Recife, do escritório Brasil Arquitetura;
- Casa Boaçava (2011), em São Paulo, do escritório UNA Arquitetos;
- MIS - Museu da Imagem e do Som (2009), no Rio de Janeiro, do escritório Diller Scofidio + Renfro;
- Casa Terra (2015), no Rio de Janeiro, do escritório Bernardes Arquitetura;

- CDPP - Centro de Debates de Políticas Públicas (projeto de retrofit em 2013), em São Paulo, do escritório Reinach Mendonça Arquitetos Associados;
- Ciclovia da Avenida Paulista (2014);
- Painéis artísticos Epopéia Paulista (2004), na Estação da Luz em São Paulo, da artista Maria Bonomi;
- Pilares do Edifício E-Tower (2000), em São Paulo, do escritório Aflalo/Gasperini Arquitetos.

A linha do tempo abaixo ilustra as datas da realização dos projetos em que foram utilizados o concreto pigmentado, exceto o do Monumento da Rodovia dos Bandeirantes em que é indicado o ano da sua inauguração. Ressalta-se que a construção do MIS - Museu da Imagem e do Som ainda não foi concluída.

Observa-se que, entre o primeiro uso do concreto pigmentado - no Monumento Comemorativo da Rodovia dos Bandeirantes - e o segundo uso - nas paredes do Hotel Unique - passaram-se, aproximadamente, vinte anos, ou seja, o hiato foi grande se comparado com as datas a partir dos anos 2000. Pode-se considerar o Hotel Unique como um pioneiro no uso do concreto pigmentado na Arquitetura brasileira. Além disso, é possível afirmar que o seu uso no cenário nacional tem sido mais frequente.



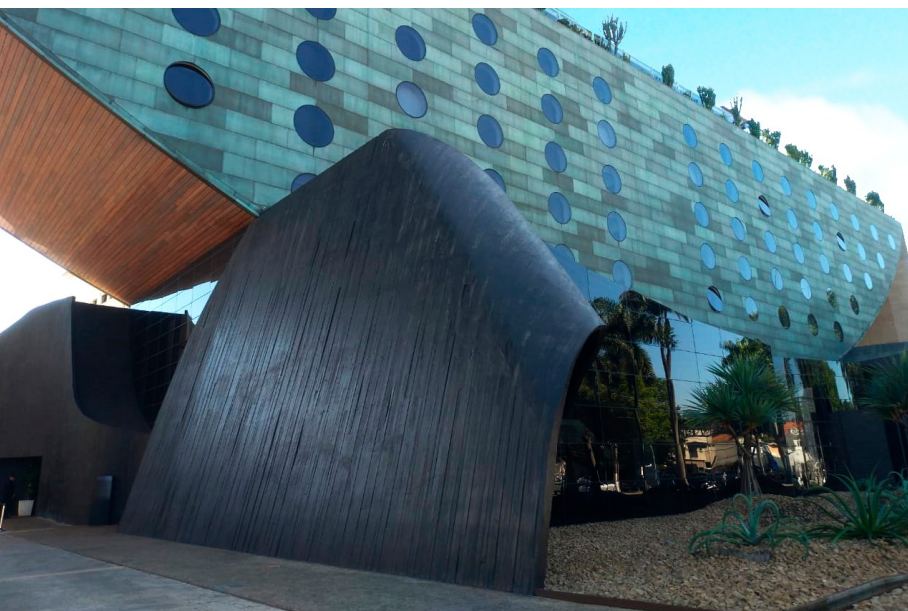
Linha do tempo que ilustra os anos em que o concreto pigmentado foi utilizado no Brasil (Autora).



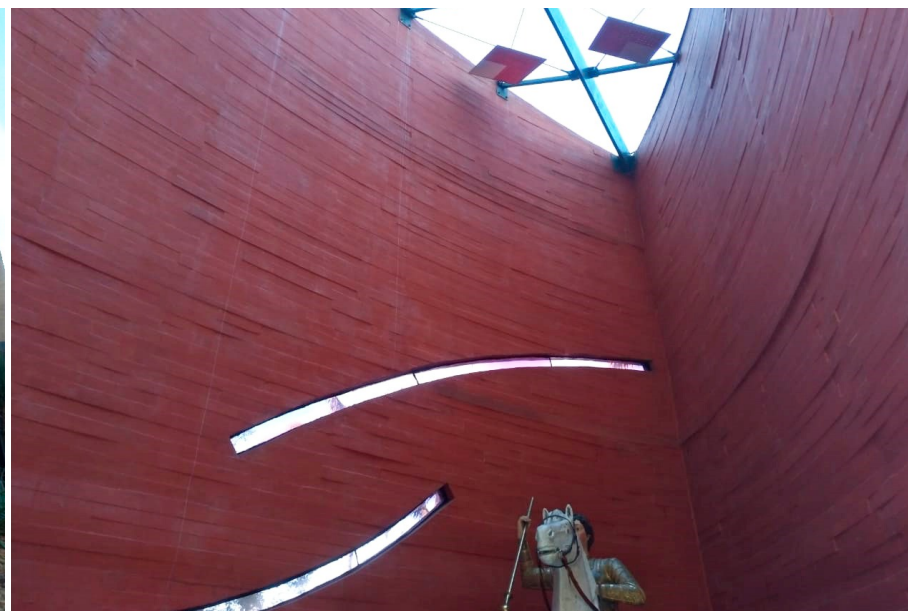
Casa Boaçava (Archdaily).



Ciclovía da Av. Paulista (Autora).



Parede externa do Hotel Unique (Autora).



Parede interna do Hotel Unique (Autora).

4.2 Praça das Artes

4.2.1 Projeto

Dados do projeto:

- Tipo: Complexo Cultural / Educacional.
- Local: São Paulo, SP.
- Área: 7.210m² (terreno) / 28.461,63m² (construída).
- Ano: 2006 (Projeto) / 2012 (conclusão parcial da obra).
- Projeto de Arquitetura - Autoria: Secretaria Municipal de Cultura e Brasil Arquitetura
- Estrutura: Concreto pigmentado aparente.

A Praça das Artes surgiu da demanda do Theatro Municipal por espaço agregado, uma vez que esta construção é do século XX e não poderia prever a grande expansão de suas atividades (CALIL, 2013). Os responsáveis pela elaboração do projeto se referem a ele da seguinte maneira:

“Se, por um lado, o projeto da praça das artes deve responder à demanda de um programa de diversos novos usos, ligados às artes musicais e do corpo, deve, também, responder de maneira clara e transformadora a uma situação física e espacial preexistente, com vida intensa e com uma vizinhança fortemente presente. Mais ainda, deve criar novos espaços de convivência a partir da geografia urbana, da história local e dos valores contemporâneos da vida pública.”

O conjunto de edifícios da Praça das Artes compreende um rico e complexo programa de uso, focado nas atividades musicais e na dança, além das atividades de caráter público de convivência, que permeiam todo o conjunto.

O Edifício dos Corpos Artísticos é voltado para a Rua Formosa – onde se incorpora a fachada do antigo Cine Cairo. Neste edifício localizam-se as atividades profissionais: Orquestra Sinfônica Municipal, Orquestra Experimental de Repertório, Coral Lírico, Coral Paulistano, Quarteto de Cordas e o Balé da Cidade.

O Edifício de Estacionamento possui dois subsolos com acesso pela Rua Conselheiro Crispiniano.

No Edifício das Escolas/Convivência localizam-se as atividades educativas: Escola de Música, Escola de Bailado, restaurante e área de convivência. Pelas cotas das calçadas públicas (Av. São João e Rua Conselheiro Crispiniano) tem-se acesso à Praça Central do conjunto Praça das Artes. Esta praça é conformada em continuidade às calçadas.

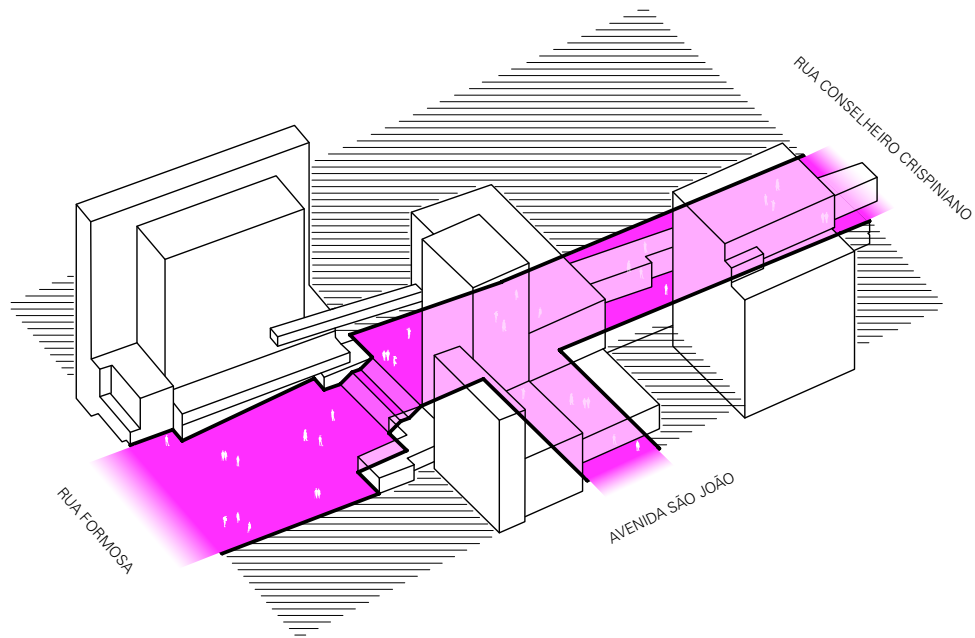
O Edifício do Museu (Antigo Conservatório Dramático e Musical de São Paulo) foi restaurado conforme Projeto Executivo de Restauro elaborado e aprovado pela Prefeitura do Município de São Paulo. O edifício foi adequado aos novos usos e integrado ao conjunto Praça das Artes. No pavimento térreo do edifício histórico, foi implantado um espaço dedicado a exposições artísticas e eventos. O auditório do pavimento superior foi restaurado e voltou a se abrir para apresentações musicais.

O Edifício do Anexo do Museu/Administração (antigo anexo do Conservatório Dramático e Musical de São Paulo) foi reformado para abrigar todo o sistema de circulação vertical que atenderá o Edifício das Escolas, salas administrativas e de serviços, além de áreas de apoio como sanitários, vestiários e camarins.

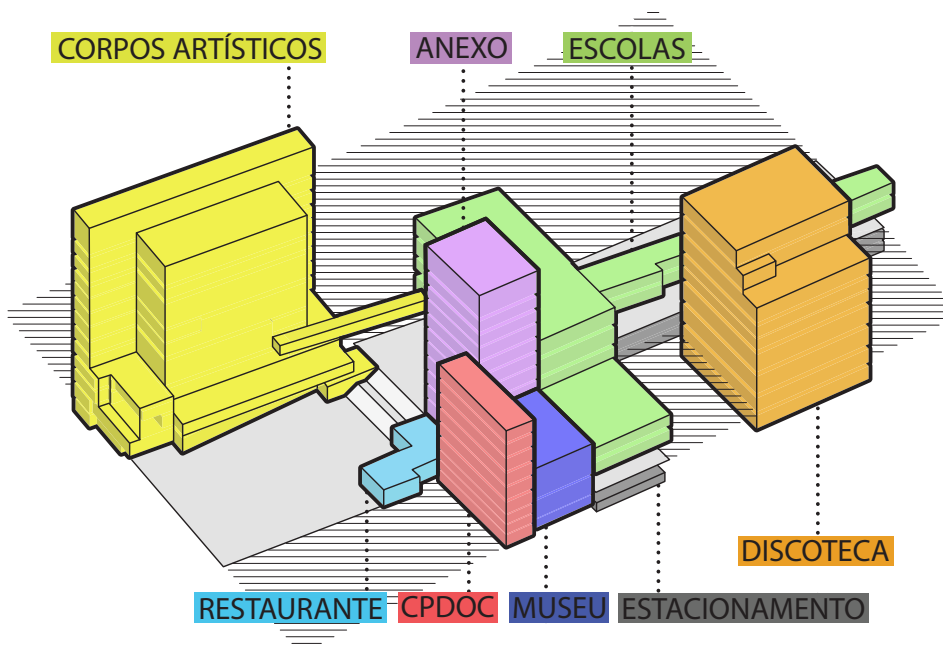
O Edifício do CPDOC (Edifício Centro de Documentação/Apoio) foi construído em um novo bloco vertical no terreno lateral ao Edifício do Museu, com frente para a Av. São João. Ele é dedicado a abrigar o acervo artístico e os arquivos históricos de todas as instituições que compõem o conjunto de edifícios.

A partir do centro do terreno, o conjunto é voltado para três frentes de ruas: Rua Formosa, Avenida São João e Rua Conselheiro Crispiniano. O edifício em concreto aparente pigmentado na cor ocre é o elemento principal a estabelecer um novo diálogo com a vizinhança. Este edifício possui um pé direito livre, permitindo aos pedestres cruzarem o quarteirão de lado a lado e em três direções, tanto a céu aberto, quanto protegidos por marquises. O novo edifício pigmentado na cor vermelha destaca-se como centro geográfico de todo o conjunto, entrada e saída do público.

Um dos desafios deste projeto foi desmistificar o uso de pigmentos. A Praça das Artes é a primeira obra de porte e visibilidade a ser inteiramente construída em concreto pigmentado na região Sudeste do Brasil. Assim, durante a concepção do projeto, pairavam algumas questões quanto à qualidade e resistência final do concreto, além da homogeneidade e constância da cor. O resultado final prova que todos esses questionamentos conduziram a um resultado positivo (NOSEK, 2013).



*Circulação no térreo
(Brasil Arquitetura).*



*Usos
(Brasil Arquitetura).*

O Memorial Descritivo do projeto apresenta as seguintes informações acerca do concreto:

- *“Nas paredes externas do edifício e demais casos particulares indicados em projeto deverá ser empregado concreto arquitetônico. A especificação definitiva deverá ser desenvolvida pelo consultor a ser contratado pelo consórcio assegurando, além das características estruturais exigidas, a cor, textura e aparência desejadas. Uma amostra do concreto arquitetônico deverá ser aprovada pelos autores do projeto.*
- *Os serviços e obras de execução das estruturas devem ser realizados em estrita obediência aos Projetos de Arquitetura e Estrutura, às especificações técnicas e às normas pertinentes.*
- *Deverá ser apresentado projeto de formas a ser apreciado pelos arquitetos autores do projeto e aprovado pelo responsável técnico do projeto estrutural.*
- *As superfícies das formas em contato com o concreto aparente deverão estar limpas e preparadas com substância que impeça a aderência; as formas deverão ser metálicas, salvo quando o projeto de arquitetura especificar em contrário em razão de efeito estético a ser estampado pela forma no concreto.*
- *Todas as formas deverão apresentar perfeito ajustamento, evitando saliências, rebarbas ou reentrâncias. A armadura de aço terá recobrimento recomendado pelo projeto de estruturas.*
- *O cimento a ser empregado deverá ser de uma única marca e origem e os agregados de uma mesma procedência, para evitar qualquer variação de coloração ou textura. Em nenhuma etapa dos trabalhos serão toleradas improvisações.*
- *As interrupções de concretagem deverão obedecer a um plano preestabelecido, a fim de que as emendas decorrentes não prejudiquem o aspecto arquitetônico.*
- *As superfícies de concreto aparente deverão ser limpas e escovadas manualmente, para recebimento de tratamento a base silano-siloxano, aplicado por pulverização.”*

O Memorial descritivo prevê a elaboração de um Manual de Manutenção e Conservação:

“O consórcio deverá elaborar um Manual de Manutenção e Conservação do Edifício com a seguinte organização:

a) Volume 1

Caracterização da obra efetivamente realizada:

- *Desenhos As-built de todos os sistemas do edifício;*
- *Descrição dos materiais de construção empregados na obra;*
- *Descrição dos sistemas construtivos e de instalações;*
- *Cópia dos catálogos dos fabricantes de todos os elementos, componentes, equipamentos, etc. empregados na obra;*
- *Relação de todos os fornecedores de elementos, componentes, equipamentos, etc. empregados na obra;*

b) Volume 2

Procedimentos de uso, operação, conservação e manutenção:

- *Descrição dos procedimentos e materiais a serem empregados em sua conservação;*
- *Descrição dos procedimentos de uso e operação dos equipamentos;*
- *Descrição dos sistemas e rotinas de manutenção dos equipamentos;*
- *Cópia dos certificados de garantia de componentes e equipamentos;*
- *Relação de empresas credenciadas a realizar trabalhos de manutenção e conservação de componentes e equipamentos;*

c) Volume 3

Originais de documentos:

- *Coleção dos originais de catálogos de componentes e equipamentos;*
- *Coleção dos originais dos certificados de garantia de componentes e equipamentos.”*

O Memorial Descritivo apresenta alguns pontos importantes acerca do projeto: a especificação do concreto deve ser feita por um consultor; toda a obra deve obedecer ao Projeto de Arquitetura e de Estrutura; a preocupação com as formas, sobretudo com a sua limpeza, evitando manchas na superfície do concreto; preocupação com a procedência da matéria prima; elaboração de um plano de concretagem para evitar diferenças visuais na coloração; e a especificação de tratamento superficial com produto hidrófugo. Todas essas medidas, quando tomadas a nível de projeto, auxiliam na durabilidade da estrutura, prevenindo-a da deterioração prematura e também auxiliam a evitar diferenças no aspecto cromático do concreto, questão muito importante quando se trata de concreto pigmentado.

Além disso, o Memorial prevê a elaboração de um Manual de Manutenção e Conservação. Neste Manual são apresentados os seguintes pontos: caracterização da obra realizada, com todos os desenhos e especificação dos materiais utilizados; procedimentos de uso, operação, conservação e manutenção, com descrições dos procedimentos de conservação e manutenção do edifício; e originais de documentos, com os catálogos dos materiais utilizados e dos seus respectivos certificados de garantia. A preocupação com a elaboração deste Manual mostra o cuidado do projeto em especificar e implementar medidas que assegurem a conservação e manutenção do edifício desde a concepção do projeto. Isto é muito importante para a durabilidade da construção, sobretudo em edifícios localizados em grandes cidades, como é o caso da Praça das Artes, pois suas superfícies estão expostas à agressividade de um ambiente urbano.



Praça das Artes (Brasil Arquitetura).



Praça das Artes (Brasil Arquitetura).



Praça das Artes (Brasil Arquitetura).

4.2.2 Entrevista

A entrevista referente à Praça das Artes foi realizada com a Arquiteta Luciana Dornellas, uma das responsáveis pelo projeto de Arquitetura da Praça. Abaixo, está a transcrição da entrevista:

Pergunta: *O projeto já foi pensado para o concreto pigmentado ou foi uma decisão posterior? Como foi o processo para especificar o concreto pigmentado?*

Resposta: *O partido do projeto era o uso de concreto, pois o edifício está no Centro, devido à demanda de durabilidade, de resistência e de pouca manutenção. A forma já é a vedação, já é a estrutura, já é tudo. No início, estávamos pensando em usar o concreto branco, para diferenciar do entorno - edifícios sujos, envelhecidos -, para destacar um pouco o projeto. Por questões de viabilidade - quase não se usa o concreto branco -, fomos procurar outra solução para dar uma característica especial, diferente, uma personalidade ao prédio. Daí surgiu a ideia de usar o concreto pigmentado, já numa segunda fase, quando a construtora contratou o executivo. Fomos atrás de fornecedores, chegando à Lanxess. Fizemos uma série de testes, realizamos todas as questões com a concreteira e com o engenheiro estrutural, pois as características do concreto mudam. Enfim, era uma obra muito grande e tínhamos que ter uma série de cuidados.*

Pergunta: *Como foi o processo de escolha das cores?*

Resposta: *A princípio, sempre tínhamos em mente que queríamos um concreto ocre. Foram feitos vários experimentos. No caso da Praça, tínhamos uma restrição econômica: não poderíamos utilizar uma porcentagem maior do pigmento, pois havia um valor fixo que foi licitado e não poderíamos ultrapassar este valor. Até gostaríamos de ter usado mais pigmento, mas por uma viabilidade econômica e de contratação, isso não foi possível. Na realidade, o concreto vermelho surgiu em uma terceira fase. Este concreto foi utilizado no edifício central, porém o prédio que estava em seu lugar era para ser mantido - essa era uma exigência inicial do projeto. Nesse edifício, íamos tirar todo o acabamento, vedação, fazê-lo em vidro, em tela metálica para diferenciá-lo do resto, mas a estrutura seria mantida. Porém, quando a obra se iniciou, foram realizadas análises no prédio e chegou-se à conclusão de que a estrutura estava condenada. Portanto, tivemos que demoli-lo e fazer outro prédio no lugar. Achamos que não fazia mais sentido manter a linguagem inicialmente planejada para este edifício e resolvemos fazer a mesma linguagem do restante do projeto, que era o concreto, mas mantivemos a intenção de destacá-lo do resto, pois é um prédio diferenciado: é um*

prédio de circulação, que liga todos os outros ao redor. Então, optamos por usar um concreto pigmentado diferenciado do restante. O prédio ficou um pouco rosado... Se aumentássemos um pouco a quantidade de pigmento, ficaria mais vermelho.

Pergunta: *Qual foi a porcentagem de pigmento utilizada?*

Resposta: *A porcentagem de pigmento utilizada foi de 1%. O máximo que conseguiríamos lá seria 4%, devido ao fck, à estrutura. Acho que 4% ainda seria possível, porém era uma obra muito grande. A Lanxess fez essa cor especialmente para a Praça, pois ela é uma mistura de alguns amarelos. Existe uma segunda fase agora, que está sendo construída, que é a continuação da parte debaixo. É uma parte que está tendo que ser concretada agora. No início dessa obra, foi difícil, pois queríamos que fosse o mesmo pigmento, o mesmo concreto. Porém, a Lanxess não conseguiu fornecer, pois era uma quantidade muito menor. Ela não conseguiu fornecer a mesma fórmula. Portanto, tivemos que ajustar, fazer uma outra combinação. Olhando lá, é quase a mesma cor, mesmo porque depende da luz, do ângulo que se olha... O resultado ficou bem parecido, mas não é a mesma fórmula do pigmento inicialmente utilizado.*

Pergunta: *Depois que houve a opção pelo concreto pigmentado, vocês tiveram que pensar em algum tipo de plano de concretagem para não haver diferença de cor?*

Resposta: *Então, o concreto pigmentado é mais complexo do que o concreto cinza. Apanhamos no início, pois várias fatores interferem na cor do concreto: a quantidade de vezes que você usa a forma, o cimento, etc. Só a questão de usar um pouco mais a forma, usá-la uma vez a mais, já resulta em diferença de coloração.*

Com relação às manchas, era algo que já estávamos esperando, já era algo desejado que não fosse muito homogêneo. Se você olhar bem, existem muitas manchas. Houve duas questões, uma que nós não contávamos: depois da concretagem, há todo o tempo da cura e o concreto começa a apresentar eflorescências. Quando o concreto é cinza, mais clarinho, você não percebe isso. Mas, nesse caso do concreto pigmentado, é muito mais forte. Passamos um produto anti pichação, que é o mesmo que utilizaram no Iberê Camargo. Ele protege o concreto e, depois que houver a pichação, há como tirá-la, não é tão simples assim, mas há como tirar a pichação. Só que lá na Praça das Artes, tivemos um problema: as eflorescências ficaram entre a camada do produto e o concreto, deixando a superfície esbranquiçada. Com o tempo, isso foi se diluindo com a chuva, mas foi algo que nos

assustou no início, pois quando houve a concretagem, estava escuro e, com o tempo foi ficando mais claro - por causa das eflorescências.

Agora, em relação à concretagem, não houve nada tão especial, mas tivemos que tomar mais cuidado com a questão da forma. Nós pensávamos: “Essa forma está boa. Vamos tentar usá-la de novo?” e aí usávamos e, às vezes, resultava em uma diferença brutal de coloração - às vezes ficava mais claro, outras mais escuro, não tinha um padrão. Houve uma questão que foi complicada resolver: quando dava bicheira no concreto. Íamos fazer os ajustes e fazíamos com argamassa. Pegávamos a mesma quantidade de pigmento, misturávamos na betoneira e, mesmo assim, dava diferença de cor. Com o tempo, aprendemos que para fazer qualquer reparo, tinha que colocar a forma, uma madeira, porque senão dava uma diferença de tonalidade muito grande (ficava bem mais claro). Isso foi algo que apanhamos no início, pois é comum dar bicheira no concreto e, no concreto cinza, o reparo é bem simples.

Pergunta: *E com relação ao custo? É muito diferente do concreto sem pigmento?*

Resposta: *O custo depende da porcentagem do pigmento. É realmente mais caro, mas não sei te dizer o quanto. Depende da porcentagem, depende da estrutura do prédio, etc. Porém, a manutenção do concreto pigmentado é quase zero.*

Pergunta: *Se hoje precisasse de um reparo, vocês possuem alguma descrição de como fazê-lo?*

Resposta: *A construtora passou para o Theatro Municipal um caderno de encargo. Com certeza deve haver alguma descrição, mas nós não tivemos contato. Porém, não há muita novidade: precisa ter o pigmento - com certeza eles devem ter um pouco de pigmento guardado -, usá-lo na proporção certa - no caderno deve ter a receita do concreto - e tem que usar a forma.*

Pergunta: *Então reparar o concreto pigmentado é mais difícil?*

Resposta: *Eu acho que sim, pois a cor muda com o tempo. Os reparos ficam mais evidentes.*

Pergunta: *Quais são as vantagens do concreto pigmentado?*

Resposta: *Queríamos um concreto diferenciado. Diante disso, fomos atrás de um pigmento para utilizar na mistura, pois a adição de pigmento na mistura do concreto proporciona que a resolução da estética seja feita na própria estrutura. A vantagem em relação a ser pintado é que não sai*

nunca. Estrutura, vedação, é tudo a mesma coisa. E é mais bonito. Lógico que existem muitos concretos pintados que são muito bonitos, mas a Praça das Artes é uma construção grande em que a manutenção é bem precária e o concreto pigmentado demanda pouca manutenção. A não ser que o prédio seja demolido, a cor estará sempre lá.

Pergunta: *Quando foi aplicado o produto antipichação, vocês notaram alguma diferença de cor entre antes e após a aplicação?*

Resposta: *Ele não dá diferença, por isso escolhemos esse produto. A única diferença, que eu já comentei, foi a formação da película sobre as eflorescências, dificultando que elas saíssem. Notamos que o prédio ficou temporariamente mais esbranquiçado, mas foi diluindo com o tempo.*

Pergunta: *O resultado foi o esperado?*

Resposta: *Sim, pois fizemos várias amostras. A intenção é que a cor fosse mais forte na Praça das Artes, porém conseguimos isso no Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga. Lá usamos a porcentagem de 4%, tornando o concreto bem mais amarelo. É um pigmento parecido com o da Praça, mas lá ficou mais amarelo, pois conseguimos já na licitação, especificar a quantidade de pigmento. Entretanto, as características do concreto mudam um pouco - fck, etc. Houve todo um ajuste com a concreteira local, moldagem de vários corpos de prova, tudo para chegar a um resultado satisfatório. Aqui no Brasil não se usa muito concreto pigmentado. Eu fui recentemente para o México e lá se usa muito. Fiquei muito impressionada. Usa-se em prédios residenciais, etc.*

Pergunta: *Porque você acha que se usa pouco concreto pigmentado aqui?*

Resposta: *Não sei se é a questão de custo, questão de cultura arquitetônica mesmo. Não sei...*

Pergunta: *Vocês tentaram limpar as eflorescências antes da aplicação do produto antipichação?*

Resposta: *Sim, mas ela estava impregnada. Antes de passarmos o produto anti pichação, foi feita uma limpeza no concreto, mas elas só saem com o tempo.*

Pergunta: *Houve o uso de hidrofugante?*

Resposta: *Sim. Aplicamos hidrofugante dentro e fora. Na Praça, demos uma caprichada, pois o prédio está no Centro... Aplicamos o hidrofugante conforme as partes iam ficando prontas.*

Pergunta: *Vocês usariam o concreto pigmentado de novo?*

Resposta: *Sim, tanto que utilizamos no Museu Cais do Sertão, em outros projetos que vieram depois, mas infelizmente alguns não foram para frente. Estamos sempre propondo o concreto pigmentado*

Pergunta: *Para a elaboração dos projetos da Praça da Artes e do Museu Cais do Sertão, algum especialista em cor foi consultado?*

Resposta: *A própria Lanxess. Eles faziam várias amostras e nos traziam. Sempre trabalhamos com um consultor de concreto.*

Pergunta: *Alguma consideração final?*

Resposta: *Eu não sei se é uma questão da Praça, ou por conta do material, ou por conta das formas que foram utilizadas. É preciso trabalhar na questão do uso de vezes da forma. Isso dá uma diferença grande. Não sei porque... não sei se há alguma reação entre a forma e o concreto... Isso é algo que encarece o uso do concreto pigmentado, pois é preciso estar sempre trocando as formas. Isso é algo que pode ser investigado.*

4.3 Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga

4.3.1 Projeto

Dados do projeto:

- Tipo: Complexo Cultural / Educacional.
- Local: Recife, PE.
- Área: 7500m².
- Ano: 2009 (Projeto) / 2014 (Inauguração).
- Projeto de Arquitetura: Brasil Arquitetura.

- Estrutura: Concreto pigmentado aparente.

O Governo do estado de Pernambuco destinou um dos armazéns (Armazém 10) do antigo Porto do Recife e também uma grande área livre adjacente a ele para a construção do Cais do Sertão. O conjunto situa-se na ilha onde nasceu a cidade do Recife – junto ao marco zero – é também considerado patrimônio histórico nacional. O projeto arquitetônico foi desenvolvido com o aproveitamento de um dos galpões (2500m²) e com a criação de um novo edifício (5000m²) conectado a esse galpão, reforçando a estrutura longilínea de construções do porto. Um dos objetivos do projeto é a promoção da requalificação urbana da região do Porto, criando um novo marco urbano na paisagem de Recife.

Focado no grande público, seu objetivo é mobilizar um grande número de pessoas, propiciando uma experiência única, de caráter ao mesmo tempo intelectual e afetivo, proporcionando ao visitante uma experiência de imersão na cultura popular nordestina.

O Memorial Descritivo do projeto, elaborado pelo escritório Brasil Arquitetura, descreve o equipamento da seguinte maneira:

“O novo equipamento cultural terá o máximo aproveitamento da paisagem em que se insere, respeitando e requalificando o tecido urbano envoltório. Usará a tecnologia mais adequada, visando a economia de meios construtivos, o baixo custo de manutenção, a durabilidade dos materiais empregados, bem como a economia de consumo energético e de recursos naturais – água, luz, ventilação e isolamento térmico – dentro dos limites aceitáveis para um museu de alta tecnologia expositiva. Com acessibilidade universal a todos os espaços, será um lugar para muitas – e todas – as interações.”

O museu combina a tradição e a tecnologia, fazendo com que a Arquitetura deste edifício faça parte da narrativa. A técnica utilizada foi o concreto pigmentado aparente na cor amarela (a uma porcentagem de 4% da massa de cimento).

A sua entrada possui uma grande marquise em concreto protendido, formando um vão livre de cerca de 25 metros, com uma abertura circular central para permitir o plantio do Juazeiro.

O concreto pigmentado amarelo ocre representa a cor quente do solo do agreste. Há uma estrutura de concreto protendido, com um vão de aproximadamente 65 metros, que cria uma grande praça coberta, podendo ser empregada para diversos usos.

Um dos mais importantes elementos de Arquitetura presente no Cais do Sertão é o cobogó. Ele foi criado especificamente para este projeto e foi executado em concreto geopolimérico. O cobogó é capaz de amenizar a relação interior/externo, criando um filtro de luz para quem está no interior e olha a paisagem exterior. A intenção do uso deste cobogó foi criar a impressão de uma grande renda branca sobre o concreto estrutural pigmentado, de uma espécie de galhada da caatinga e até mesmo recriar as rachaduras de solo.

Para a melhor compreensão dos desenhos do Projeto Executivo de Arquitetura, foi estabelecida a divisão do edifício em dois módulos. O Módulo 1 é compreendido pelos espaços entre o Armazém 9 - passando pela marquise de entrada, pelo galpão, pelo mezanino - e o final do galpão de alvenaria. Neste módulo, está instalada a exposição de longa duração. A sua estrutura é feita em concreto armado e a cobertura é metálica, o que mantém a aparência do antigo armazém que existia no local. Já o espaço do Módulo 2, vai da área de intersecção com o Módulo 1 – caracterizada pelo núcleo de circulação vertical e banheiros no térreo e primeiro pavimento - até a fachada sul do edifício. Neste módulo, há as salas de exposição temporária, reserva técnica, auditório, etc. e é nele que estão localizados a praça coberta e os cobogós.



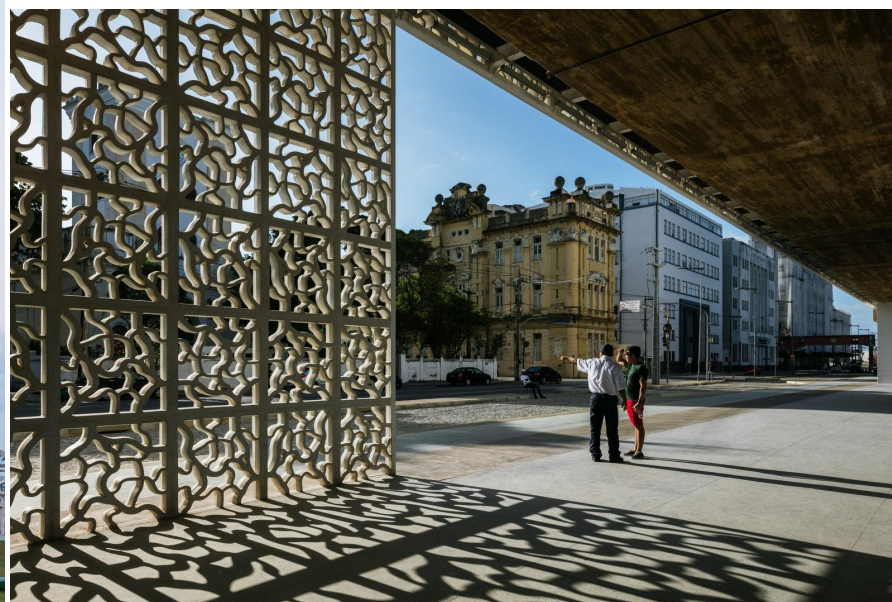
Marquise na entrada do museu (Brasil Arquitetura).



Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga (Brasil Arquitetura).



Praça coberta (Brasil Arquitetura).



Cobogó (Brasil Arquitetura).

O Memorial Descritivo do projeto apresenta as seguintes afirmações acerca da execução da obra:

- *“Para a execução da obra, a construtora deverá contratar consultor especializado para formulação, controle técnico e demais procedimentos relativos ao concreto a ser utilizado na obra.*
- *A empresa concreteira contratada pela construtora, bem como o cimento utilizado para a produção do concreto, não poderão ser substituídos no transcorrer dos trabalhos. Em nenhuma etapa dos trabalhos serão toleradas improvisações.*
- *Deverá ser apresentado projeto de formas a ser apreciado pelos arquitetos autores do projeto e aprovado pelo responsável técnico do projeto estrutural.*
- *As superfícies de concreto aparente deverão ser limpas e escovadas manualmente, para recebimento de tratamento especificado no projeto de arquitetura.”*

Sobre o concreto:

- *“Em todas as paredes do edifício e demais casos particulares indicados em projeto, deverá ser empregado concreto arquitetônico com adição de fibras para redução de fissuras e coloração com pigmento bayferrox 920 ou similar em proporção indicada no projeto de estrutura.*
- *A especificação definitiva deverá ser desenvolvida pelo consultor a ser contratado pela construtora assegurando, além das características estruturais exigidas, a cor, textura e aparência desejadas. Uma amostra do concreto arquitetônico deverá ser aprovada pelos autores do projeto.*
- *Toda superfície de concreto aparente, externa e/ou laje-jardim recebe aplicação de proteção/impermeabilização à base de silicatos bioquimicamente modificados tipo Radcon formula #7 ou similar.*
- *Serão impermeabilizadas com produto à base de silicatos bioquimicamente modificados, tipo radcon formula #7 ou similar, todas as superfícies diretamente em contato com a terra, as superfícies de cobertura de concreto expostas ao tempo, lajes de piso das áreas técnicas, calhas e condutores d’água de concreto, cortinas de muros de arrimo, caixas d’água, caixas de coleta de águas pluviais e faces internas de platibandas de cobertura, paredes das áreas molhadas (sanitários, vestiários, cozinhas) até 1,00m de altura.*

- *As superfícies das formas em contato com o concreto aparente deverão estar limpas e preparadas com substância que impeça a aderência; as formas deverão ser metálicas, salvo quando o projeto de arquitetura especificar em contrário em razão de efeito estético a ser estampado pela forma no concreto.*
- *Todas as formas deverão apresentar perfeito ajustamento, evitando saliências, rebarbas ou reentrâncias. A armadura de aço terá recobrimento recomendado pelo projeto de estruturas.*
- *O cimento a ser empregado deverá ser de uma única marca e origem e os agregados de uma mesma procedência, para evitar qualquer variação de coloração ou textura.*
- *As interrupções de concretagem deverão obedecer a um plano preestabelecido, a fim de que as emendas decorrentes não prejudiquem o aspecto arquitetônico.*
- *As superfícies de concreto aparente deverão ser limpas e escovadas manualmente, para recebimento de tratamento a base silano-siloxano, aplicado por pulverização.”*

Sobre a preparação de superfícies para impermeabilização:

“Deverão ser tomadas todas as precauções para que as superfícies sobre as quais serão aplicados sistemas de impermeabilização estejam adequadas a cada sistema, em termos de:

- *Exame adequado da forma e das características de comportamento da estrutura a ser impermeabilizada;*
- *Recobrimento de armaduras;*
- *Qualidade do concreto utilizado e de sua aplicação;*
- *Chumbamento correto de ralos, tubulações, etc.;*
- *Regularização de laje executada conforme especificação do fabricante do sistema a ser utilizado, adequadamente curada antes da aplicação da impermeabilização, sem fissuras ou destacamentos e sem presença de cal ou hidrófugo;*

- *Juntas de concretagem executadas conforme normas técnicas;*
- *Limpeza das superfícies, com especial atenção à presença de óleos, graxas, desmoldantes e agentes de cura incompatíveis com o sistema de impermeabilização a ser aplicado.*

De acordo com o Relatório de Acompanhamento Estrutural e Assessoria Técnica da Obra enviado ao escritório Brasil Arquitetura, esta obra está localizada em zona com classe de agressividade III, classificação de acordo com a Tabela 6.1 da NBR 6118:2014, indicada abaixo:

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fracas	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a,b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a,b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a,c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura)

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Classes de agressividade ambiental (NBR 6118:2014).

Por isso, o Memorial Descritivo do projeto dá ênfase à necessidade de garantir que, no mínimo, os cobrimentos das armaduras atendam às especificações do projeto de estruturas, pois estão diretamente relacionados com a vida útil da edificação. Outro benefício importante da garantia dos cobrimentos é o ganho da resistência em situação de incêndio.

Como a estrutura encontra-se em local de forte agressividade ambiental, o Relatório afirma que é imprescindível a recuperação deste cobrimento para que a vida útil da estrutura seja prolongada, já que a região proporciona grande risco de deterioração, pois os agentes agressivos poderão penetrar por difusão, absorção capilar ou permeabilidade, podendo dar início ao processo de corrosão das armaduras. Assim, quanto maior a capa de concreto, maior a proteção.

De acordo com Medeiros (2008), o sistema contínuo de poros do concreto apresenta tendência a formar fissuras superficiais. Para destacar mais ainda a importância do cobrimento, o item 7.6.1 da NBR 6118:2014 afirma que *“o risco e a evolução da corrosão do aço na região das fissuras de flexão transversais à armadura principal dependem essencialmente da qualidade e da espessura do concreto de cobrimento da armadura”*.

Além disso, na etapa de projeto, houve a especificação de tratamento superficial com produto impermeabilizante (Radcon formula #7) e com produto hidrófugo (hidrofugante à base de silano-siloxano), auxiliando na prevenção à deterioração prematura.

4.4 Centro de Debates de Políticas Públicas

4.4.1 Projeto

Dados do projeto:

- Local: São Paulo, SP.
- Área do terreno: 1428m².
- Área construída: 467m².
- Ano: 2013 (projeto retrofit).

- Projeto de Arquitetura (retrofit): Reinach Mendonça Arquitetos Associados.
- Estrutura: Concreto.

O imóvel original era uma casa desenhada nos anos 1950 pelo escritório de Oscar Niemeyer, na época dirigido pelo arquiteto Carlos Lemos, que assinou o projeto. Procurou-se com o projeto de retrofit a máxima preservação da arquitetura original, tanto interna quanto externamente.

O acesso principal da casa foi realocado para a via de menor movimento, de forma a organizar melhor os acessos de pedestres e de automóveis, dando ênfase na valorização da área do jardim. Duas marquises de concreto aparente criam espaços para eventos em torno do auditório: a primeira protege o acesso de entrada e está ao lado do muro de concreto com pigmentação vermelha; a segunda prolonga a varanda junto ao auditório. As marquises são arrojadas, com estruturas muito delgadas de concreto. Possuem apenas uma linha de apoio formada por pilares de seção circular e tirantes de ferro que seguram o balanço.

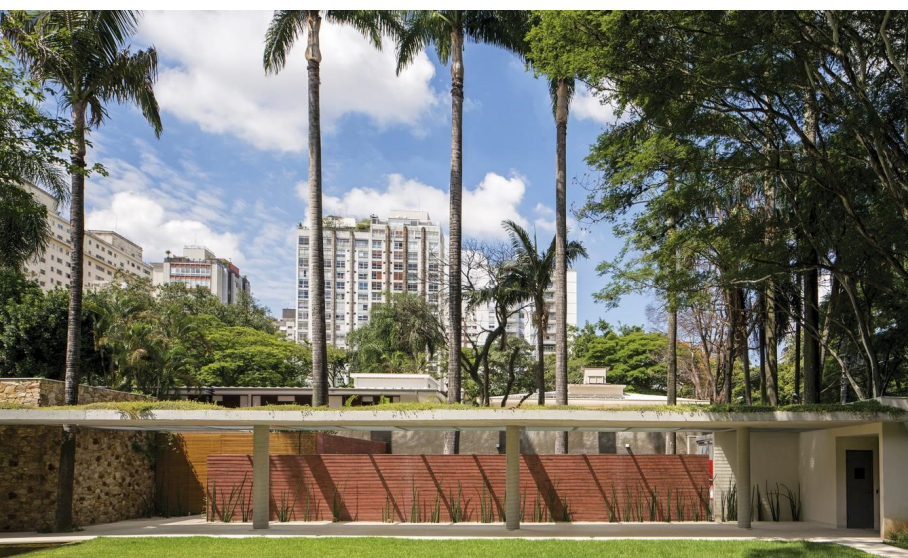
As decisões sobre os materiais construtivos para o projeto de retrofit seguiram as informações da casa existente. Para marcar a interferência arquitetônica sobre o antigo, houve a opção pelas marquises e a construção dos muros vermelhos. O muro de concreto pigmentado vermelho separa a área da garagem da área do jardim, valorizando os espaços. No pavimento superior da casa, os antigos dormitórios foram transformados em espaços de trabalho. Na antiga área de estar, foi construído um auditório de capacidade de 50 lugares, que ganhou um piso rebaixado, que demandou uma grande obra, pois a estrutura da casa antiga possuía grandes vãos e havia baldrames de concreto que cruzavam a área do atual auditório. Os baldrames antigos precisaram ser cortados e foram engastados na nova estrutura.



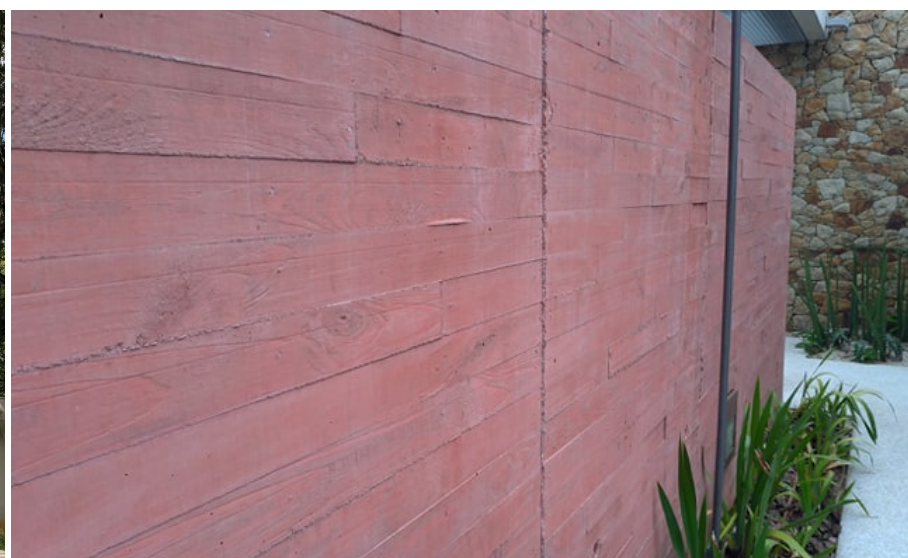
Marquise que protege o acesso de entrada (Archdaily).



Auditório. (Archdaily).



Muro de concreto pigmentado (Archdaily).



Muro de concreto pigmentado (Autora).

4.4.2 Entrevista

A entrevista referente ao projeto de retrofit do Centro de Debates de Políticas Públicas foi realizada com o Arquiteto Maurício Mendonça, um dos responsáveis pelo projeto. Abaixo, está a transcrição da entrevista:

Pergunta: *Como se deu o projeto de retrofit?*

Resposta: *Procuramos fazer uma intervenção muito delicada. No térreo, funciona um instituto de economia e de estudos econômicos para políticas públicas e, no superior, funciona o escritório do nosso cliente. A pessoa que vendeu a casa para o nosso cliente era o filho do proprietário da casa que encomendou o projeto para o Niemeyer. O acesso da casa era pela Al. Gabriel Monteiro da Silva. No fundo da casa, havia uma garagem para entrada de carro. Na sala de estar, não havia a varanda, pois a casa era recuada. Na casa funcionou, durante um período, uma loja de vasos e de paisagismo. Criamos um pátio de estacionamento para as pessoas que trabalham lá e o muro de concreto pigmentado é a divisória, ele funciona como uma espécie de biombo.*

Pergunta: *O concreto pigmentado já tinha sido utilizado em algum outro projeto do escritório?*

Resposta: *Não tínhamos ainda utilizado o concreto pigmentado. Só conhecíamos de outros projetos e de fotografias. Eu já tinha usado muito corante de piso. O vermelhão é uma coisa tão tradicional no interior do Brasil. E sabemos que os pigmentos, os fortes, são poucos. A maioria deles, o amarelo, o azul, o verde, são fracos, ficam sutilmente diferenciando o concreto. O vermelho e o preto são mais fortes. O vermelho é o campeão de se mostrar.*

Pergunta: *Como foi o processo de escolha da cor?*

Resposta: *Fizemos várias amostras, pedimos para a concreteira fazer misturas diferentes. Um tecnólogo de concreto fez algumas composições. A partir das amostras, escolhemos uma. A Lanxess, que é a empresa que produz os pigmentos, nos deu um apoio de coloração. Quisemos o vermelho, pois o muro é um detalhe na obra. Procuramos diferenciar o conceito de uso do concreto: um concreto que possui a finalidade de cobertura, deixamos cinza, devido à delicadeza de intervenção na casa. A leveza que procuramos, desse concreto tão fininho e delicado, foi para preservarmos o formato da casa.*

Pergunta: *Algum cuidado específico teve que ser tomado?*

Resposta: *A concreteira que fez essa obra teve que, no dia anterior à concretagem, separar uma unidade de produção inteira para lavar e deixar tudo limpo. Não é o mesmo processo de fazer outro concreto que a composição é diferente, mas que a cor é a mesma. A partir do momento que você opta pelo concreto pigmentado, a cor passa a ser algo essencial. Não dá para não tomar a atenção correta. Se esse cuidado não tivesse sido tomado, poderia haver algumas manchas de cinza nos muros. O concreto ficou muito bem feito. Ele apresenta uma rusticidade e uma qualidade incríveis. Eu acho que quem gosta de concreto tem que gostar do concreto assim rústico. Aquele concreto de metrô, polido e envernizado, é muito sem graça. Tem que gostar da plasticidade, da emenda das formas.*

Pergunta: *Vocês pensaram em fazer um muro e pintar?*

Resposta: *Nunca pensamos em fazer um muro e pintá-lo. Nos foi sugerido um outro sistema: passar um produto que causa uma reação química e fica na cor desejada. Porém, gostamos da ideia de ter a pasta de concreto colorida.*

Pergunta: *Vocês usariam o concreto pigmentado novamente, em outro projeto?*

Resposta: *Sim, claro. É preciso saber colocar o concreto pigmentado. Aqui ele é um cenário, ele cria um contraste com o concreto cinza convencional. Quando uma obra é feita no centro de São Paulo, do lado de outros edifícios importantes, qual é o valor que você dá para a sua obra? Se ela tem que ser discreta, se ela tem que se encaixar... Tem horas que ela tem que ser espetáculo, tem que ser monumento, tem que se impor.*

Pergunta: *Você viu alguma desvantagem de usar o concreto pigmentado?*

Resposta: *Não, não vi. Só tem vantagens. O único cuidado, é essa questão de não exagerar. Por isso a ideia do muro.*

4.5 Casa Terra

4.5.1 Projeto

Dados do projeto:

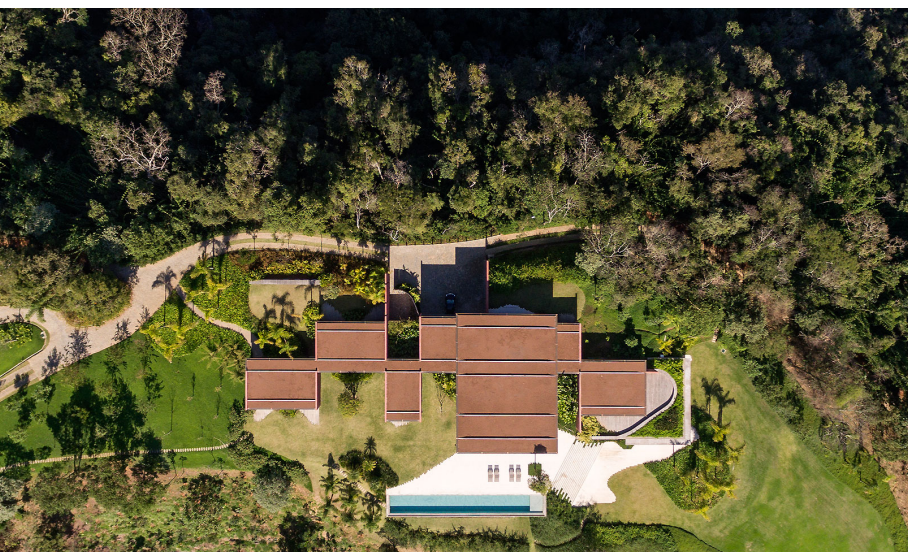
- Local: Itaipava, RJ.
- Área construída: 1000 m².
- Ano: 2015.
- Projeto de Arquitetura: Bernardes Arquitetura.

Um dos objetivos do projeto era fazer com que a implantação no terreno se desse da forma mais natural possível, ou seja, que a Casa pudesse se adaptar à topografia. Assim, deriva o nome da construção e a sua coloração.

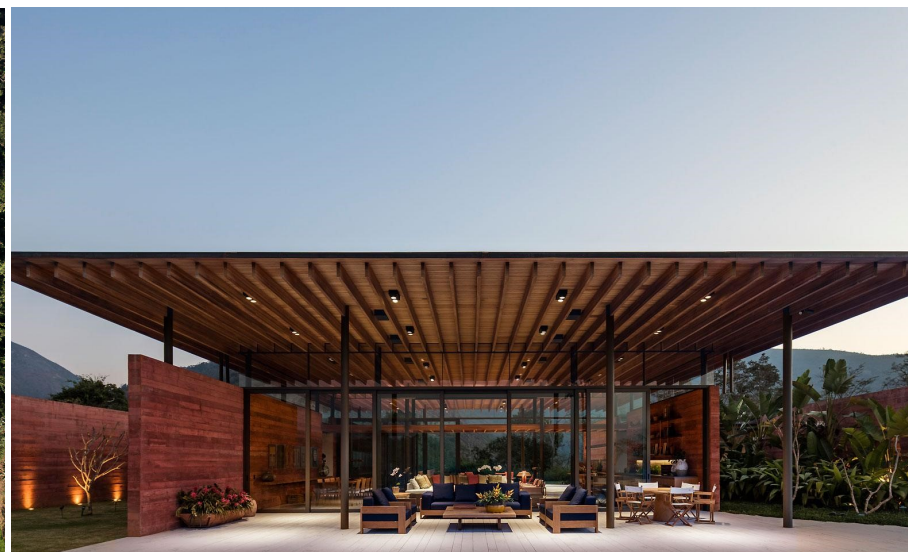
A Casa não possui uma fachada propriamente dita, somente empenas que, juntamente com esquadrias de vidro, fecham os espaços. Contrariamente, além de ajudar a fechar, o uso do vidro também facilitou a integração entre interior e exterior. A estrutura de madeira que faz parte da cobertura já chegou pronta, sendo apenas encaixada. O concreto pigmentado foi especificado a partir de pesquisas realizadas pelos arquitetos para se obter o tom desejado.

O escritório define o projeto da seguinte maneira:

“A Casa Terra surge da intercalação de muros paralelos feitos de concreto pigmentado perpendiculares à galeria de circulação central. A articulação entre estes componentes gera espaços que, ora delimitam funções residenciais, ora criam pátios que se abrem ao jardim principal. O fechamento entre os planos verticais (paredes) e horizontais (lajes e piso) é feito com grandes panos de vidro que diluem os limites visuais entre a casa e a paisagem. O percurso ao longo da galeria atravessa a sucessão de aberturas e fechamentos criados e oferece contato visual constante com o exterior.”



Implantação (Bernardes Arquitetura).



Casa Terra (Bernardes Arquitetura).



Muros de concreto pigmentado e estrutura de madeira da cobertura (Bernardes Arquitetura).



Muros de concreto pigmentado (Bernardes Arquitetura).

4.5.2 Entrevista

A entrevista referente à Casa Terra foi realizada com o Arquiteto Francisco Abreu, um dos responsáveis pelo projeto. Abaixo, está a transcrição da entrevista:

Pergunta: *O projeto já foi pensado para o concreto pigmentado ou foi uma decisão posterior? Como foi o processo para especificar o concreto pigmentado?*

Resposta: *Inicialmente, pensamos em usar paredes em taipa com a própria terra do terreno. No desenvolvimento do projeto, vimos, porém, que o clima chuvoso e a necessidade de beirais muito grandes tornariam inviáveis o uso da taipa. Logo que nos deparamos com essa dificuldade, já pensamos no concreto com uma cor e então fomos pesquisar como viabilizar isso. Já conhecíamos o concreto pigmentado através de fotos, mas ainda não tínhamos usado em nenhuma obra no escritório. Acabamos então optando pelo concreto com um pigmento na cor da terra do local e assim desenvolvemos, junto com o construtor, o traço para atingir a estética que queríamos.*

Pergunta: *Para chegar a essa cor, vocês consultaram algum especialista em cor?*

Resposta: *Sim, através do catálogo da Lanxess tivemos acesso às possibilidades e pedimos algumas amostras que foram testadas na obra. Foram várias amostras: com mais, com menos pigmento, até chegarmos à uma cor que gostamos.*

Pergunta: *Qual foi a porcentagem de pigmento utilizada?*

Resposta: *Foi 4,5% da massa de cimento.*

Pergunta: *E com relação ao custo? É muito diferente do concreto sem pigmento?*

Resposta: *Vou chutar que o concreto pigmentado aumenta o custo em 20%. Fazer aquelas paredes em concreto já não é algo tão barato assim. Lógico que o pigmento adicionou um custo, mas não foi algo tão relevante assim.*

Pergunta: *Quais são as vantagens do concreto pigmentado?*

Resposta: *Esse método de adicionar o pigmento à massa do concreto garante que ele fique inteiro pigmentado, não é que nem uma pintura que só fica na superfície. É para sempre aquilo com aquela cor. Neste projeto, queríamos que a própria estrutura já fosse o revestimento, para tirar o*

máximo possível de adornos. Então, as paredes já são a vedação, o fechamento e o revestimento. Esta é uma parte bem importante da decisão de usar o concreto pigmentado desta forma. A parede já fica acabada desde o início da obra e isso é muito legal.

Pergunta: *E quais as desvantagens?*

Resposta: *Em comparação com uma parede de concreto sem pigmento, é um pouco mais caro, mas não acho que seja algo tão relevante numa obra daquele tamanho. Entretanto, o custo inicial mais elevado, devido à incorporação de pigmento na mistura, acaba sendo compensado pelo não uso de um revestimento.*

Pergunta: *Depois que houve a opção pelo concreto pigmentado, vocês tiveram que mudar alguma parte do projeto devido à essa escolha?*

Resposta: *Não, pois nas etapas de estudo e anteprojeto já tínhamos optado pelo concreto pigmentado. Portanto, as etapas de projeto de Arquitetura e de estruturas já foram feitas para o concreto pigmentado.*

Pergunta: *O concreto pigmentado demanda algum tipo de manutenção diferenciada daquela feita no concreto aparente sem pigmento?*

Resposta: *Qualquer construção deixada completamente sem manutenção é prejudicial a sua durabilidade. Neste projeto, aplicamos hidrofugante nas paredes. A manutenção necessária neste caso é verificar, reaplicar o hidrofugante de tempos em tempos e limpar. Isso é muito importante ser feito, tanto no concreto sem pigmento quanto no pigmentado.*

Pergunta: *O resultado foi o esperado?*

Resposta: *Sim, ficamos muito contentes com o resultado. Era o que queríamos.*

5 PARÂMETROS A SEREM CONSIDERADOS EM PROJETOS COM CONCRETO PIGMENTADO

5.1 Produção e Cor

5.1.1 Pigmentos em pó

Os pigmentos são finas partículas de pó que, quando adicionados à mistura do concreto, são considerados como um filler. De acordo com a norma americana ASTM C 979:2010, o concreto pigmentado não pode possuir uma resistência à compressão inferior a 90% do valor da resistência do concreto não pigmentado, não deve acelerar em mais de 1 hora e nem retardar em mais de 1 hora e meia o endurecimento da mistura, dentre outros requisitos para que os pigmentos em pó possam ser utilizados no concreto. Segundo Barrera; Anabalón; Gutiérrez (2002) e o Catálogo da Lanxess, os pigmentos utilizados para colorir o concreto devem apresentar as seguintes características:

- Insolubilidade, tanto em água quanto nos agregados;
- Inércia química em relação aos demais constituintes do concreto;
- Resistência às intempéries, estabilidade à luz e a temperaturas extremas;
- Firme integração à matriz cimentícia, constituindo uma mistura homogênea;
- Resistência ao ataque agressivo do cimento fortemente alcalino.

Os pigmentos inorgânicos satisfazem essas exigências e são adequados para o uso na coloração do concreto, principalmente aqueles à base de óxido de ferro. Na tabela a seguir, é apresentada a cor e a composição química dos pigmentos.

Cor	Composição química	Denominação química
Vermelho	Fe_2O_3	Óxido férrico
Amarelo	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Hidróxido Ferroso
Preto	Fe_3O_4	Óxido duplo de ferro
Verde	Cr_2O_3	Óxido de Cromo
Azul	$\text{Co}(\text{Al,Cr})_2\text{O}_4$	Aluminato de Cobalto

Composição química dos pigmentos (adaptado de HARTMANN; BENINI (2011). BARRERA; ANA-BALÓN; GUTIÉRREZ (2002). CARVALHO (2002)).

Os pigmentos inorgânicos, apesar de possuírem a mesma origem mineralógica que os pigmentos orgânicos, têm a vantagem de possuírem elevada pureza, elevado brilho e alto poder de coloração, pois os processos industriais pelos quais são produzidos permitem a uniformidade do tamanho das partículas. O controle do tamanho - todas as partículas devem possuir o mesmo tamanho - e da forma das partículas é muito importante, pois estas características influenciam no matiz e na uniformidade da cor. Outra característica dos pigmentos que deve ser controlada é a absorção de água. O pigmento, ao absorver mais água, pode alterar a relação água/cimento da mistura, resultando em uma modificação da cor final do concreto.

De acordo com o catálogo da Lanxess, a fabricação de produtos de concreto colorido de alta qualidade envolve medições precisas e dispersões completas e homogêneas dos pigmentos no traço do concreto. O tempo de mistura desempenha um importante papel na dispersão homogênea do pigmento. Os misturadores de concreto necessitam de um tempo mínimo de mistura, o que depende muito do desempenho do misturador. Se a mistura apresentar um tempo abaixo do mínimo, a dispersão do pigmento não terá sido homogênea.

O conhecimento acerca da concentração adequada de pigmento é indispensável, pois ajuda a economizar dinheiro na obra. A partir da figura a seguir, é possível observar que a adição de pigmento na mistura, inicialmente, aumenta a intensidade da cor de forma linear com a sua concentração. Entretanto, a adição de mais pigmento atinge um ponto em que a mudança da saturação da cor já não é mais significativa, tornando o acréscimo de mais pigmento não econômico, além de possibilitar a alteração da fluidez da mistura do concreto.

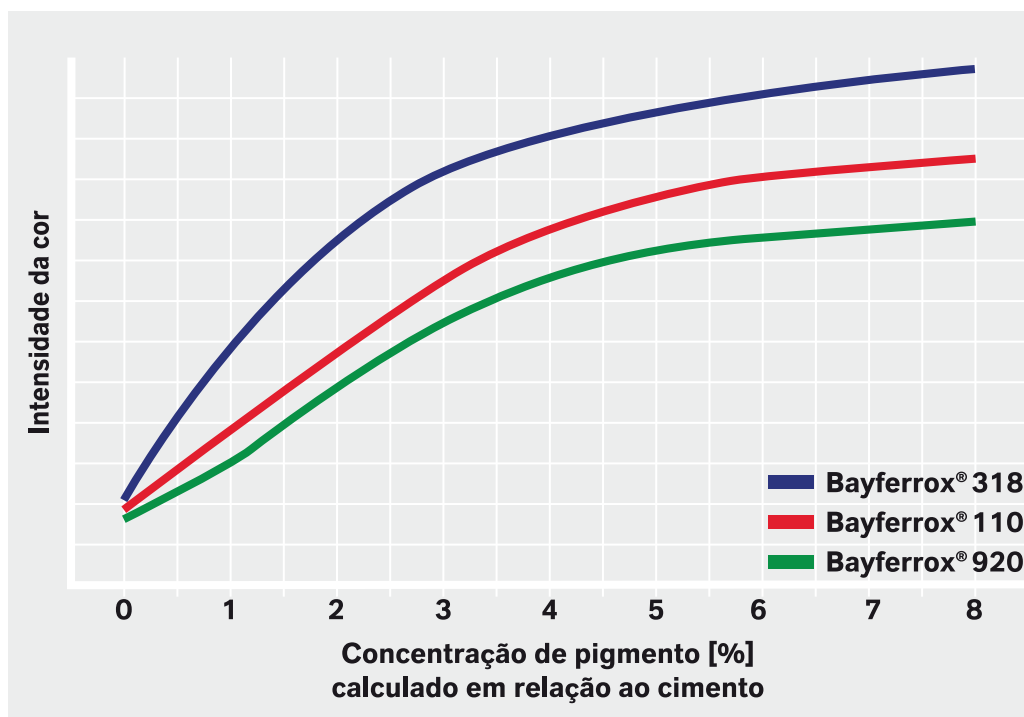


Gráfico que mostra a relação entre a concentração de pigmento e a intensidade da cor do concreto (Catálogo Lanxess).

O poder de coloração do pigmento, definido como a capacidade que possui de transmitir a sua cor natural, é uma característica essencial quando se realiza uma avaliação custo-desempenho (CARVALHO, 2002). Utilizando-se pigmentos com alto poder de coloração, é possível atingir o efeito cromático desejado com uma quantidade mínima de pigmento, o que permite que a qualidade do concreto não seja prejudicada pela grande quantidade de finos que elevadas porcentagens de pigmento trazem para a mistura. Por isso, é muito importante que se conheça a porcentagem adequada de pigmento para a utilização em cada obra, pois assim só será consumida a quantidade estritamente necessária para se obter a coloração desejada, evitando gastos desnecessários.

5.1.2 Cimento

Os cimentos são produtos naturais e, portanto, sujeitos a variações de cor. Para minimizar ou até mesmo evitar grandes alterações na coloração do concreto, em uma mesma obra, recomenda-se que

o cimento seja fornecido por uma única fábrica e que seja do mesmo tipo e classe. Caso o cimento utilizado contenha adições, é recomendado que seja sempre do mesmo lote (CARVALHO, 2002).

Usualmente de cor cinza, o cimento Portland impede a fabricação de concretos pigmentados com cores de alta saturação, ou seja, com cores intensas. Segundo o catálogo de instruções para a coloração de concreto, fornecido pela Lanxess, quanto mais clara e limpa for a tonalidade desejada do concreto pigmentado, mais deve-se depender de um cimento claro, ou seja, pigmentos como, por exemplo, o amarelo e o verde proporcionam diferenças acentuadas entre o uso de cimento mais claro e mais escuro. Já pigmentos como o vermelho e o preto, a diferença é muito pouca.

Na coloração do concreto, o cimento que é pigmentado, não os agregados. O cimento colorido forma uma camada nas partículas individuais dos agregados. Desta maneira, a intensidade da cor do concreto é diretamente proporcional ao conteúdo de cimento, ou seja, um concreto com alto conteúdo de cimento terá, a uma concentração igual de pigmento, uma cor mais forte do que um concreto com um conteúdo mais baixo de cimento. Quanto mais diluído for o cimento colorido no agregado, menos intensa será a cor do concreto. Por isso, a quantidade de pigmento adicionada ao traço do concreto é sempre calculada sobre o peso de cimento.

5.1.3 Agregados

Durante a produção do concreto, os agregados são envoltos pela pasta do cimento. É possível que partículas dos agregados de cores intensas não sejam totalmente envoltas, fazendo com que a cor final do concreto seja afetada pelas cores naturais dos agregados. O desgaste superficial do concreto, muitas vezes causado por questões ambientais, expõe as partículas dos agregados. O resultado é uma superfície com várias tonalidades.

Segundo Barrera; Anabalón; Gutiérrez (2002), deve-se controlar não só a cor dos agregados, mas também as suas granulometrias. De acordo com esses autores, o agregado graúdo produz um efeito de dispersão do pigmento, quando dentro do misturador, muito mais intenso do que o agregado fino. Durante o transporte, podem ocorrer aglomerações que são facilmente destruídas pelo grão grosseiro do agregado. Se só houver agregado muito fino, essas aglomerações só serão destruídas com a intensificação da mistura. Além disso, a grande quantidade de agregados muito finos, dependendo da quantidade de pigmento, pode aumentar muito a proporção de finos no concreto, comprometendo

a sua fluidez. O excesso de finos pode deixar o concreto mais claro, uma vez que o agregado fino apresenta uma maior superfície específica, o que requer uma quantidade superior de pasta de cimento colorida. Além do mais, a demanda por água aumenta, ocasionando uma cor mais clara. Entretanto, a menor presença de finos possui como consequência uma menor superfície específica, com o qual a pasta de cimento colorida adquire um maior protagonismo (CARVALHO, 2002). A correta combinação no concreto pigmentado entre os agregados finos e grossos é, portanto, muito importante.

Segundo Carvalho (2002), a influência do agregado, além dos fatores relacionados com a sua granulometria e cor, está também em função da sua relação com o cimento. A relação agregado/cimento varia de um tipo de concreto para outro. A escolha do agregado deve ser feita não só pela sua granulometria e pela cor, mas também pelo tipo de cimento utilizado. Uma composição correta de distintas proporções de agregados de diferentes granulometrias permite que a resistência do concreto não seja reduzida nem que haja alterações excessivas na cor final. Uma vez determinada a relação água/cimento para conseguir a máxima resistência, esta pode ser alterada dependendo da relação agregado/cimento e da granulometria deste último.

Não se deve usar agregados porosos, pois isso resulta no difícil controle da quantidade de água e pigmento que eles absorvem, ocasionando grandes diferenças de tonalidades entre os concretos produzidos. Recomenda-se que haja sempre um controle sobre o conteúdo de água dos agregados, pois isso pode causar alterações na relação água/cimento. Uma vez que o excesso de água evapora, ele deixa para trás cavidades porosas na superfície do concreto, ocasionando a dispersão da luz incidente (CARVALHO, 2002). Isso pode causar diferenças de tonalidades entre as diversas partes de um mesmo edifício se não for tomado o cuidado de se empregar os mesmos agregados em toda a obra.

Assim como ocorre com a cor do cimento, a cor dos agregados possui mais influência quando utilizados com pigmentos de cor clara - por exemplo, amarelo e verde -, do que com pigmentos de cor escura - por exemplo, marrom e preto.

5.1.4 Água

O cimento necessita de água para passar do estado fluído para o estado endurecido. A relação água/cimento é determinante para a trabalhabilidade do concreto e para a determinação da aparência da superfície.

De acordo com Paris; Chusid (1998), o excesso de água na mistura causa dois efeitos negativos no concreto pigmentado. O primeiro diz respeito à coloração do concreto: a adição excessiva de água produz uma cor pálida. Geralmente, é indicado o uso da menor relação água/cimento que proporciona uma boa trabalhabilidade da mistura. O segundo efeito diz respeito aos aspectos físicos do concreto: o uso demasiado de água contribui para a redução da resistência à compressão e para a redução da durabilidade da superfície do concreto. Além disso, pode ocorrer um aumento do potencial de eflorescência.

Portanto, ao compararmos duas amostras com um conteúdo variado de água, há uma diferença na coloração dos concretos mesmo que a concentração de pigmento seja a mesma em ambas.

5.2 Manifestações patológicas

As superfícies expostas de concreto são suscetíveis aos ataques do meio ambiente, em alguns casos, poucos meses após a conclusão da obra. Em edifícios localizados em grandes centros urbanos, indústrias e ambientes marinhos, essa degradação é ainda mais significativa (HELENE, 2000). Os problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestação externa característica, com base na qual se pode depreender a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos. Esses sintomas, também chamados de manifestações patológicas, podem ser diagnosticados a partir de observações visuais (HELENE, 1992). A tabela a seguir apresenta os principais mecanismos de degradação das superfícies de concreto.

Agressividade	Consequências inerentes ao processo		
Natureza do processo	Condições particulares	Alterações de cor/manchas	Alterações Físico-Químicas
Carbonatação	UR 60% a 85%	Em geral, mais clara	-Redução do pH -Corrosão das armaduras -Fissuração superficial
Lixiviação	Atmosfera ácida, águas moles	Escurece com manchas	-Redução do pH -Corrosão das armaduras -Desagregação superficial
Retração	Molhagem/secagem Ausência de cura	Manchas e fissuras	-Fissuração -Redução do pH -Corrosão das armaduras
Fuligem	Atmosferas urbanas e industriais (zonas úmidas)	Manchas escuras	-Redução do pH -Corrosão das armaduras
Fungos	Zonas úmidas e salinas	Manchas escuras esverdeadas	-Redução do pH -Desagregação superficial -Corrosão das armaduras
Concentração salina	Atmosferas marinhas e industriais	Branqueamento	-Despassivação da armadura -Desagregação superficial

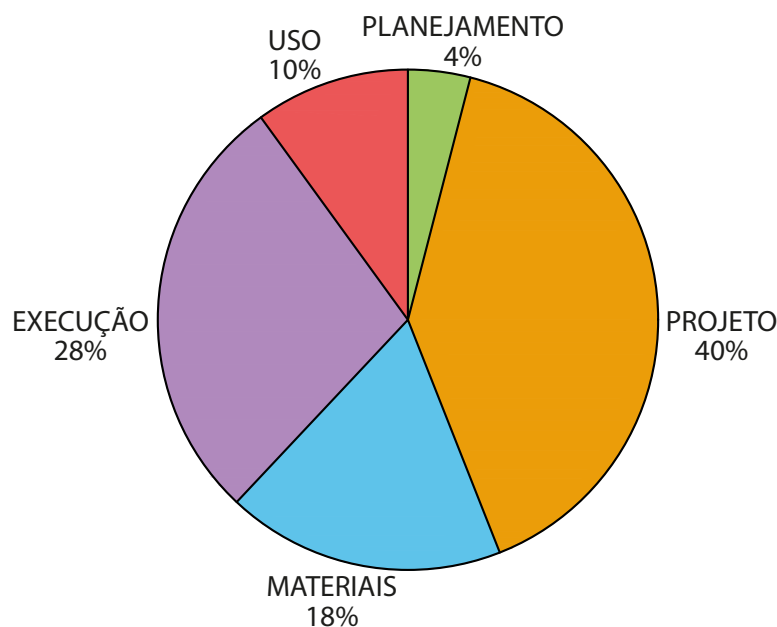
Principais mecanismos de degradação das superfícies de concreto (HELENE, 1992).

Dentre as manifestações patológicas, pode-se dar o destaque para as eflorescências, sintomas muito frequentes em estruturas de concreto aparente. As eflorescências são um grande problema estético para os concretos, principalmente para os pigmentados, onde se tornam mais evidentes. Elas são resultado do hidróxido de cálcio formado a partir do assentamento do cimento e que, dissolvido na água de mistura ou de chuva, é lixiviado para a superfície do concreto. Lá, o hidróxido de cálcio reage com o dióxido de carbono presente no ar, formando um sal (carbonato de cálcio) insolúvel. Com o passar do tempo, o carbonato de cálcio segue reagindo com o dióxido de carbono, transformando-se em bicarbonato de cálcio, composto solúvel que desaparece com a água da chuva. Segundo Kresse (1987, apud CARVALHO, 2002), o processo de desaparecimento das eflorescências pode durar entre um e dois anos, dependendo das características climáticas em que o concreto está exposto. Elementos ácidos na atmosfera também são capazes de dissolver os depósitos de cal na superfície. Freitas Júnior (2013, apud CHAVES, 2016) alega que adições minerais de ação pozolânica, como por exemplo, cinzas volantes, sílica ativa e metacaulim reduzem a ocorrência de eflorescências.

É importante ressaltar que as efflorescências ocorrem independentemente da presença de pigmento no concreto. O que pode ocorrer, dependendo da cor da estrutura, é o concreto pigmentado torná-las mais evidentes.

Segundo Helene (1992), o procedimento de construção e uso pode ser dividido em cinco etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes fora do canteiro, execução da obra e uso. Após o início da execução da obra, é que os problemas patológicos começam a se manifestar. Normalmente, a maior ocorrência é na etapa de uso. Um correto diagnóstico do problema aponta em que etapa do processo construtivo teve origem esse sintoma.

As etapas de planejamento e projeto, conforme mostra a figura abaixo, são origem para uma elevada porcentagem de manifestações patológicas. Usualmente, as falhas de planejamento e de projeto são mais graves do que as falhas de qualidade dos materiais ou de má execução da obra. Dedicar mais atenção nas etapas de processo de projeto e de execução é, portanto, uma maneira de prevenir manifestações patológicas no concreto pigmentado



*Origem das manifestações patológicas
(adaptado de HELENE, 1992).*

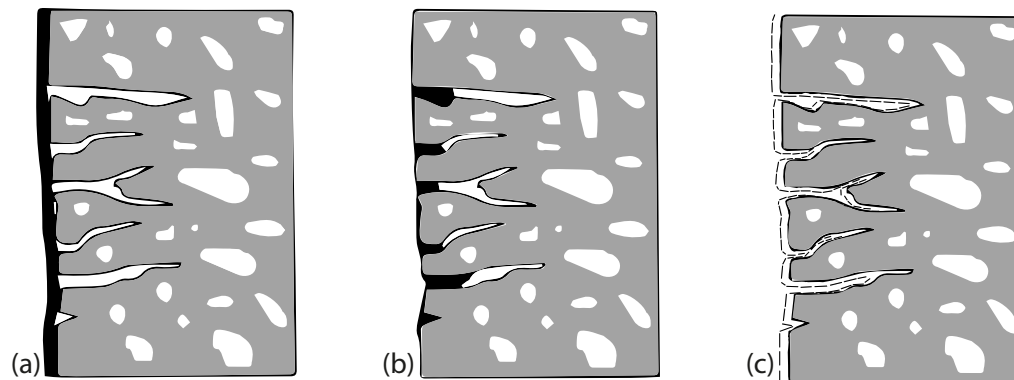
5.3 Proteção superficial

A aplicação de um sistema de proteção superficial possui como principal objetivo aumentar a durabilidade das estruturas de concreto. A sua utilização deve ser acompanhada de questionamentos acerca da durabilidade esperada para esse sistema de proteção, dos serviços de manutenção, do desempenho esperado para o concreto após cada reaplicação e das estimativas dos custos envolvidos em todo o processo. O profissional responsável pela edificação deve estar ciente de todos esses fatores e, além disso, necessita ter consciência das diferenças entre a vida útil estimada para o concreto e a vida útil estimada para o sistema de proteção (KAZMIERCZAK, 2005).

Na escolha de um sistema de proteção superficial, não se deve apenas levar em consideração a sua eficiência isoladamente. É muito importante que o produto possua a capacidade de manter esta característica ao longo do tempo. Por exemplo, um sistema pode ter elevada eficiência em barrar o ingresso de água na estrutura, entretanto não possuir boa resistência à radiação ultravioleta. Neste caso, é mais interessante a escolha de um sistema menos eficiente quanto barrar a entrada de água e que seja mais resistente à radiação ultravioleta. Portanto, é fundamental analisar a eficiência em conjunto com a durabilidade do sistema de proteção superficial (MEDEIROS, 2008). Além disso, para a escolha de uma proteção superficial para ser aplicada em um concreto pigmentado, deve-se levar em consideração se o produto altera a aparência estética superficial da estrutura.

De acordo com Kazmierczak (2005), as propriedades do concreto exercem grande influência no desempenho da proteção superficial. Por exemplo, o concreto é um material alcalino e, é fundamental, que o produto seja compatível com essa propriedade. Além disso, o concreto apresenta rugosidade superficial, exigindo que o sistema de proteção apresente uma determinada viscosidade, necessária para uma aplicação adequada. A decisão pelo uso de sistemas de proteção depende também das condições de exposição a que o concreto estará submetido.

Segundo Medeiros (2008), os materiais de proteção superficial para concreto podem ser classificados em: formadores de película, bloqueadores de poros e hidrofugantes de superfície. As figuras a seguir ilustram a forma como cada produto interage com as superfícies do concreto. A figura (a) indica os formadores de película, a (b) os bloqueadores de poros e a (c) os hidrofugantes de superfície.



Grupos de tratamentos de superfície para concreto (adaptado de MEDEIROS, 2008).

Formadores de película - os revestimentos formadores de película são tintas e vernizes. As tintas apresentam como componentes básicos as resinas, os solventes, os pigmentos e aditivos, enquanto os vernizes são compostos por resinas, solventes e aditivos, não apresentando pigmentos, logo, não apresentam cor e geralmente possuem durabilidade inferior à das tintas. A durabilidade da proteção depende de diversos fatores, entre eles: da boa preparação da superfície (este grupo de tratamento requer uma superfície homogênea e lisa, com poros com abertura máxima de 0,1mm), do controle de qualidade na fabricação dos materiais protetores, da aplicação, etc. (MEDEIROS, 2008).

Os vernizes são utilizados para a proteção de superfícies de concreto aparente e as tintas, da mesma forma que os vernizes, aderem às superfícies de concreto formando uma película de baixa permeabilidade (HELENE, 1992).

De acordo com Helene (2000), além de oferecer a proteção necessária contra os principais agentes de degradação, esses produtos devem satisfazer as características abaixo:

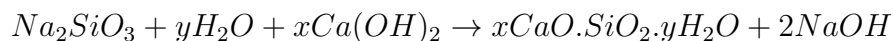
- Resistência à intempérie;
- Resistência à radiação ultravioleta;
- Evitar o desenvolvimento de fungos e bactérias na superfície do concreto;
- Redução da permeabilidade e difusividade a sais solúveis;

Como limitações do uso desses produtos, pode-se citar, principalmente, a alteração estética original do concreto, conferindo cor ou brilho para a superfície, o que, para o caso do concreto pigmentado,

não é bem-vindo. Além disso, os produtos não permitem a secagem do concreto úmido e demandam uma superfície uniforme e homogênea, sendo necessário um tratamento prévio nas condições em que o substrato não apresente superfície lisa e homogênea.

Bloqueadores de poros - o silicato de sódio é utilizado de diferentes formas na indústria do cimento. Por exemplo, pode ser utilizado como redutor de umidade no processo de produção do clínquer, como ativador de cimento de escória e como acelerador de pega de concreto projetado (Thompson et al., 1997).

De acordo com Thompson et al. (1997), um dos principais usos do silicato de sódio solúvel é como selador de concreto. Ao contrário de outros produtos que repelem a água, como por exemplo, silanos e silicones, ou que funcionam como uma barreira física, por exemplo, epóxi e vinil, o silicato solúvel, teoricamente, penetra nos poros superficiais do concreto e reage com a portlandita ($Ca(OH)_2$), formando $C - S - H$, de acordo com a reação abaixo:



Como resultado, as propriedades da superfície do concreto são aprimoradas: diminuição da permeabilidade e aumento da durabilidade.

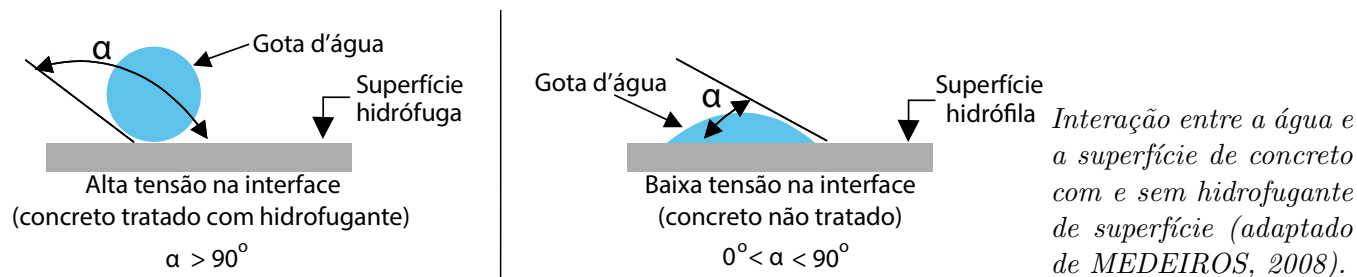
Em estruturas carbonatadas, a reação acima não ocorre, pois na camada superficial, o $Ca(OH)_2$ já reagiu com o CO_2 , dando origem ao carbonato de cálcio $CaCO_3$. Em casos como estes, é preciso fazer uma impregnação com $Ca(OH)_2$ antes da aplicação do silicato de sódio (MEDEIROS, 2008).

Os ensaios realizados por Medeiros; Pereira; Helene (2012) indicaram que o uso do silicato de sódio como tratamento de superfície pode ser uma boa opção para a proteção de uma estrutura de concreto armado com o intuito de evitar a corrosão de armaduras e, mais especificamente, de evitar o ataque por cloretos, elevando a vida útil da estrutura.

As pesquisas desenvolvidas acerca do uso do silicato de sódio como tratamento de superfície não abordam se este produto altera a aparência da superfície do concreto. Logo, pesquisas a este respeito precisam ser desenvolvidas para o seu uso no concreto pigmentado.

Hidrofugantes de superfície - o concreto possui uma natureza hidrófila, ou seja, é um material que possui afinidade com água, que absorve água tanto líquida quanto vapor. A absorção de água

pode ocorrer por vários mecanismos: gradiente de pressão, difusão e, principalmente, por absorção capilar. Essa absorção ocorre nas fachadas dos edifícios, onde a água entra em contato direto com a estrutura, devido à formação de uma película de água da chuva. A absorção capilar é muito acentuada e é determinada, fundamentalmente, pelo diâmetro dos poros capilares. O hidrofugante é um produto que possui a capacidade de alterar o ângulo de contato entre a superfície do concreto e a superfície da água. Quando o ângulo de contato é superior a 90° , os produtos são chamados hidrófugos, hidrorrepelentes ou hidrofugantes, ou seja, produtos repelentes à água. Conceitualmente, são considerados como agentes de impregnação (HELENE, 2000). Este produto reveste internamente os poros, ao invés de cobri-los ou vedá-los, como é o caso dos dois outros tratamentos de superfície mencionados anteriormente.



Segundo a norma alemã EN 1504:2005, o intuito do hidrofugante é revestir os poros e capilaridades do concreto com um produto repelente a água. A norma diz também que existem dois tipos de hidrofugantes: do tipo 1, com baixo poder de penetração (menor que 10mm); e o do tipo 2, com alto poder de penetração (maior ou igual a 10mm). No mercado brasileiro, há a predominância do hidrorrepelente de baixa penetração.

O hidrofugante permite a evaporação da umidade interna do concreto, mas impede que a água penetre na estrutura. Desta forma, o hidrofugante só será eficaz na prevenção das eflorescências se não houver umidade excedente dentro da estrutura (toda a água excedente deve ser evaporada durante o processo de cura), para que não haja a possibilidade da lixiviação do hidróxido de cálcio para a superfície. Além disso, fissuras permitem a infiltração de água, invalidando igualmente a eficácia do hidrofugante. A porosidade do concreto é também um fator importante: quanto mais denso o concreto for, menor é a tendência de ocorrer eflorescências.

De acordo com HELENE (2000), os hidrofugantes de superfície possuem as seguintes características:

- Redução da capacidade de absorção de água das superfícies do concreto;
- Redução da permeabilidade a sais solúveis;
- Redução da lixiviação;
- Permitem a passagem do vapor de água existente nos poros capilares do concreto para o meio externo (secagem do concreto úmido);
- Possuem elevada capacidade de penetração nos poros capilares do concreto;
- Não requerem superfície lisa e contínua para a aplicação, o que permite que seja usado em superfícies rugosas de concreto aparente;
- Possuem elevada resistência à radiação ultravioleta;
- Como não são formadores de películas, não alteram o aspecto estético da superfície, sendo indicados para o uso em concretos pigmentados aparentes.

Segundo Medeiros; Gomes; Helene (2006), os hidrofugantes são todos sílico-orgânicos, sendo subdivididos em:

- Silanos ou trialcóxialkilsilanos;
- Siloxanos oligoméricos;
- Siloxanos poliméricos;
- Resinas de silicone.

As impregnações hidrófobas originam sempre resinas de silicone (qualquer que seja o produto de base) que estão quimicamente ligadas à base de concreto. Atualmente, utiliza-se em geral os silanos, siloxanos oligoméricos e misturas destes dois compostos (MEDEIROS; GOMES; HELENE, 2006).

5.4 Manutenção

A estética de uma obra poderia ser definida como a uniformidade do aspecto resultante de um projeto (SÁNCHEZ, 2015). Durante um longo período de tempo, a aplicação de um revestimento na superfície do concreto era a única solução para atingir tal uniformidade. Atualmente, a procura por explorar o concreto aparente cresceu, fazendo surgir diferentes métodos de limpeza e proteção para alcançar a uniformidade, conservando a superfície do concreto.

A superfície do concreto é constituída essencialmente por pasta, o que o torna sujeito a ações ambientais. As camadas superficiais de pasta e de argamassa são responsáveis por deter o ingresso de agentes agressivos para o interior do concreto. Além disso, essas camadas apresentam maior concentração de hidróxido de cálcio, o que favorece a ocorrência de eflorescências e manchas (CHAVES, 2016). Segundo Helene (2000), o uso de produtos de proteção superficial reduz a permeabilidade do concreto, impedindo o ingresso de dióxido de carbono, oxigênio, água e demais agentes.

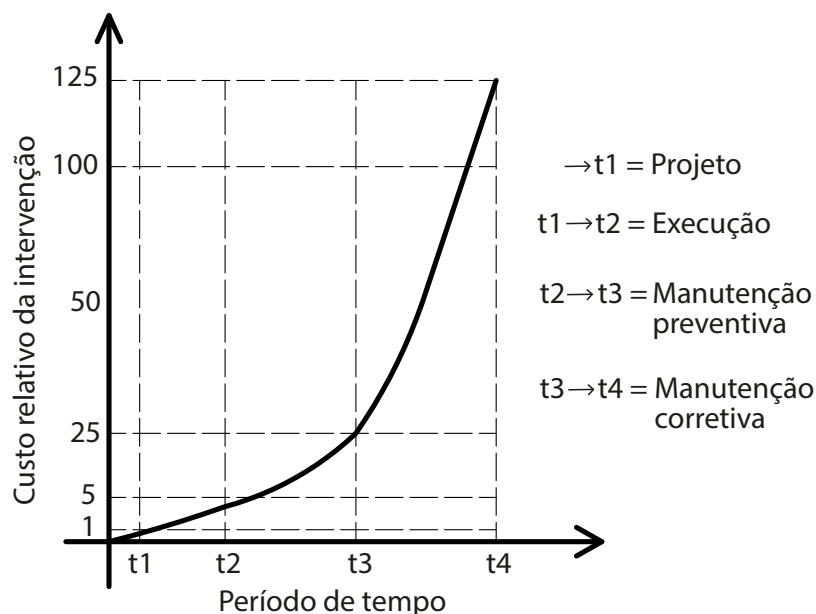
O conhecimento do clima e do tipo de exposição a que o edifício estará sujeito são fatores determinantes para a correta especificação, na etapa de projeto, do cobrimento adequado do concreto, dos possíveis tratamentos de superfície e da manutenção adequada.

Para ampliar a durabilidade da estrutura, oferecendo resistência química e física às ações da atmosfera e assim desacelerando o processo de degradação da superfície, pode-se aplicar tipos variados de proteção superficial. A forma de ação desses produtos é a restrição da penetração de agentes agressivos através da rede de poros e capilaridades do concreto. Deve-se ter o conhecimento de que a efetividade de uma proteção superficial é diminuída ao longo do tempo de exposição ao meio ambiente. Todos os materiais possuem uma vida útil limitada, dependendo muito das condições de exposição, e o êxito dos produtos de proteção superficial para o concreto aparente está também na organização de um programa de manutenção para conservar a sua funcionalidade. Os serviços de conservação do concreto estão incluídos em um programa de manutenção preventiva ou em um programa de manutenção corretiva. Na construção civil no Brasil, o caso mais comum é o de manutenção corretiva, em que a manutenção é típica de correção de manifestações patológicas, ou seja, a proteção do concreto é realizada após a identificação de um problema. A aplicação de uma proteção de superfície em que não há planejamento de manutenção torna-se um desperdício de material e de recursos financeiros. O ideal é a manutenção preventiva, pois a intervenção no concreto é realizada antes que

ele apresente sinais significativos de degradação. Como consequências dessa prática brasileira, está um maior custo de trabalho de manutenção e provável redução da vida útil da estrutura (MEDEIROS, 2008).

Embora seja muito importante implementar uma manutenção adequada aos projetos de concreto, é ainda mais importante implementar medidas preventivas, desde a concepção do projeto, para evitar o comprometimento da estrutura e maiores gastos financeiros.

Normalmente, os problemas patológicos são progressivos e a tendência é se agravarem com o tempo. Além disso, eles são capazes de provocar outros problemas associados ao inicial. Diante disso, quanto mais cedo forem feitas a proteção e as possíveis correções necessárias, mais fácil será a execução, maior será a durabilidade, maior a efetividade e menor o custo (HELENE, 1992). A “lei de Sitter” é capaz de ilustrar essa afirmação e de mostrar a importância de um projeto bem elaborado. Ela mostra o crescimento dos custos segundo uma progressão geométrica.



Lei de evolução de custos (adaptado de SITTER, 1984 apud HELENE, 1992)

No eixo X, o gráfico é dividido em quatro períodos de tempo: Projeto e Execução, que correspondem às etapas construtivas, e Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva, que correspondem

aos períodos de uso da construção. A cada período corresponderá um custo, indicado no eixo Y, que segue uma progressão geométrica de razão cinco. É possível interpretar os períodos da seguinte forma:

Projeto: toda decisão tomada a nível de projeto, que possui o propósito de aumentar a durabilidade e a proteção da estrutura de concreto, por exemplo, ampliar o cobrimento da armadura, diminuir a relação água/cimento, deixando o concreto menos poroso, especificar tratamentos de proteção superficial, especificar detalhes construtivos apropriados, etc., implica em um custo que tem associado o número um.

Execução: toda medida tomada durante a execução da obra, ou seja, que não estava especificada em projeto, acarreta um custo 5 vezes maior ao custo se esta medida fosse tomada a nível de projeto, para alcançar o mesmo estágio de proteção e durabilidade da estrutura. Um exemplo: tomar a decisão em obra de reduzir a relação água/cimento para ampliar a durabilidade. Esta medida tomada em obra, apesar de efetiva do ponto de vista de ampliar a durabilidade da estrutura, não pode mais permitir o redimensionamento dos componentes estruturais que já foram especificados na etapa de projeto. Se esta medida tivesse sido tomada a nível de projeto, seria possível o mensuramento da estrutura levando em conta um concreto com maior resistência à compressão, de menor módulo de deformação, etc. As novas características do concreto implicariam na redução das dimensões dos componentes estruturais, das formas, da taxa de armadura, na redução do volume do concreto, etc. Logo, o custo da obra poderia ser menor.

Manutenção preventiva: todas as medidas tomadas com antecedência, durante o período de uso e manutenção da estrutura, podem ser relacionadas a um custo 5 vezes menor do que seria se não houvesse uma intervenção preventiva tomada com antecedência à manifestação evidente de patologias. Concomitantemente, há um custo de 25 vezes maior do que o custo que teria implicado uma decisão de projeto para a obtenção do mesmo estágio de proteção e durabilidade da estrutura. Como exemplos, pode-se citar: proteções de superfície, como vernizes e hidrofugantes, renovação ou construção de rufos, pingadeiras, beirais, etc.

Manutenção corretiva: a este período, pode-se associar a correção de problemas evidentes. O reparo e a proteção dessas estruturas acarretaria um custo 125 vezes maior do que o custo das medidas que poderiam ter sido tomadas a nível de projeto para se obter o mesmo grau de proteção e durabilidade. Adiar uma intervenção significa, portanto, aumentar diretamente os custos. Por isso, a

importância de um projeto bem elaborado e bem especificado, de modo a permitir uma boa execução para que a concepção de projeto seja obtida com êxito e de forma mais barata.

5.4.1 Limpeza

Por razões físicas, eletrostáticas ou químicas, micro partículas sólidas ou líquidas (cinzas, carbonos amorfos, óxidos de ferro, subprodutos da combustão, etc.) provenientes, sobretudo, da poluição dos grandes centros urbanos, ficam aderidas à superfície do concreto. Agentes climáticos, como vento, chuva e temperatura, são capazes de dispersar essa contaminação, transportando as partículas. Como resultado, essas substâncias podem causar manchas e até mesmo a degradação das superfícies. Felizmente, as manchas que aparecem nas superfícies de concretos podem ser removidas e o sucesso está em saber como eliminá-las (SÁNCHEZ, 2015).

A limpeza é um recurso para melhorar a aparência do concreto que está exposto à contaminação atmosférica. É necessário o conhecimento acerca do propósito da limpeza, da extensão do trabalho a se realizar e da seleção do método de limpeza adequado para evitar manchas e descolorações na superfície do concreto. Antes de adotar um método específico, uma pequena área deve ser cuidadosamente limpa para testar a condição e a aparência da superfície após o tratamento (SÁNCHEZ, 2015).

De acordo com Silva (1995), deve-se tomar cuidado ao se limpar pequenas áreas, pois elas podem passar a apresentar coloração diferente das áreas adjacentes. Uma limpeza mais geral evita este problema. O mesmo autor afirma que quando se usar uma solução contendo ácido, o substrato deverá ser previamente saturado, com o objetivo de diluir ainda mais o ácido. Deve-se saturar o substrato e esperar 30 minutos para aplicar o ácido, que é deixado durante 30 minutos para o ataque à mancha. Durante o processo de limpeza, verifica-se uma certa efervescência, resultado da reação do ácido com a substância da mancha. Há a descontaminação do concreto enxaguando-o em seguida.

Deve ser evitado o uso de escovas de aço, pois este material pode deixar partículas nas superfícies, podendo causar manchas (SILVA, 1995). A limpeza com uma escova rígida de nylon e água remove certas manchas de pó, eflorescências e lama. Primeiramente, realiza-se uma escovagem a seco, depois a superfície deve ser umedecida com água fria e, posteriormente, escova-se novamente. Por último, enxágua-se a superfície com água fria a baixa pressão. Se a mancha não sair, os seguintes métodos

podem ser tentados, nesta ordem: jato de água sob pressão, soluções de compostos químicos e água quente (HURD, 1992 apud SILVA, 1995).

Caso as superfícies de concreto sejam mais velhas ou mais frágeis, deve-se fazer as seguintes tentativas, até que a limpeza desejada seja atingida: água com escovagem leve, ou água com sabão suave, ou água com sabão forte (SILVA, 1995).

A partir de uma rotina pré-estabelecida, os serviços de limpeza das superfícies de estruturas de concreto aparente devem ser realizados dentro do programa de manutenção preventiva. Isso porque o acúmulo de sujidades na superfície são fatores importantes para o início do processo de deterioração.

De acordo com Sánchez (2015), alguns dos métodos de limpeza de estruturas de concreto são:

Limpeza com jatos abrasivos - Utilizados para tratar superfícies desgastadas por deterioração ou sujeira. Penetram em superfícies irregulares, cantos e perfurações.

Os jatos abrasivos podem ser classificados em secos ou úmidos. Jatos secos, também conhecidos como jatos de areia, removem a sujeira, tinta, alguns revestimentos e contaminantes através da abrasão. Estes jatos mudam a aparência do concreto, deixando uma superfície áspera. Portanto, não são indicados para uso em concretos pigmentados aparentes. Os jatos úmidos removem a sujeira através de jatos de água pressurizada.

Limpeza química - É realizada com limpadores químicos a base de água. É formulada para tipos específicos de concreto. A maioria dos limpadores contém compostos orgânicos chamados agentes ativos de superfície que agem como detergentes, acelerando a remoção da sujeira e das manchas, pois a água penetra mais rapidamente. Os limpadores químicos também contêm uma pequena quantidade de ácidos e álcalis que auxiliam na separação da sujeira da superfície.

A maioria dos materiais utilizados na limpeza química são tóxicos, sendo necessário o uso de equipamentos de proteção individual por parte dos operadores. Além disso, é preciso que se proteja as áreas adjacentes ao edifício. Diante disso, é recomendável que a aplicação da limpeza química seja realizada por especialistas.

É aconselhável que não se aplique ácidos inorgânicos, por exemplo, ácido clorídrico e nítrico para limpar efflorescências, resíduos cimentícios ou contaminantes de construção. Deve-se usar um enxágue integral para concreto ou limpador seletivo que não degrada a matriz de cimento e nem altera seu

pH natural. É necessária uma análise previamente à limpeza para averiguar se este processo altera esteticamente a superfície do concreto.

Limpeza com hidrojateamento - A limpeza do concreto com hidrojateamento é realizada através de jato de água a alta pressão. A água é forte o suficiente para a remoção de resíduos e possui a vantagem de não utilizar compostos químicos. Este método é eficaz e econômico, pois não demanda uma segunda higienização após seu término. Além disso, é capaz de limpar a superfície do concreto sem agredi-la, ou seja, não altera o aspecto da superfície, podendo ser utilizada para a limpeza de estruturas de concreto pigmentado aparente.

5.5 Custo

Uma questão sempre levantada quando se fala em uso de concreto pigmentado é o seu custo, pois o acréscimo de pigmento é feito na massa inteira, apesar de somente a superfície ficar visível, assim resultando em um preço maior do m^3 do concreto. Mesmo que haja redução dos custos em não se utilizar revestimento e, como consequência, a diminuição de mão de obra, há o investimento para a compra do pigmento e na tecnologia de produção. Entretanto, diminui-se o tempo de execução do projeto, pois reduz-se a etapa do revestimento na obra. Além disso, há maior reutilização das formas, por ser concreto auto adensável, há melhor acabamento e os custos com manutenção do revestimento são eliminados.

Neste item será apresentada uma estimativa de custo de $1m^3$ de concreto pigmentado, a partir da adição do pigmento de cor vermelha, à base de óxido de ferro. Para isso, admitiu-se:

- 320 kg de cimento consumido em $1m^3$ de concreto;
- O preço do concreto sem pigmento como sendo R\$300/ m^3 ;
- Duas concentrações de pigmento: 3% e 5%, ambas calculadas sobre a massa de cimento;
- O preço do pigmento como sendo USD 2,00/kg e a cotação do dólar considerando 1 dólar = R\$3,90;

- O preço do concreto pigmentado como sendo o preço do concreto sem pigmento acrescido do preço do pigmento. Isso foi estabelecido para facilitar os cálculos, supondo que ambos os concretos possuem o mesmo traço. É importante ressaltar que, em uma obra, outros custos estão envolvidos, como por exemplo, mão de obra, formas, armadura, etc.

Pigmento	Massa de cimento (kg/m ³)	Massa de pigmento (kg/m ³)	Preço do pigmento (R\$/m ³)	Preço estimado do concreto sem pigmento (R\$/m ³)	Preço do concreto pigmentado (R\$/m ³)	Razão ^a
3%	320	9,6	74,9	300	374,9	1,25
5%	320	16	124,8	300	424,8	1,42

Estimativas de custo do concreto pigmentado vermelho com concentrações de pigmento de 3% e 5%.

^a*Razão = Preço do concreto pigmentado / Preço estimado do concreto sem pigmento.*

Há uma dificuldade em estimar um número que indique o quanto o uso do pigmento encarece a obra, pois o acréscimo de preço depende da concentração de pigmento em relação à massa de cimento, do traço do concreto, da cor do pigmento e, para o caso do pigmento vermelho, da cotação do dólar. Como pode-se observar, devido a desvalorização da moeda corrente, o preço do m³ do concreto pigmentado acaba representando um aumento de, aproximadamente, 25% e 42%, para as concentrações de pigmento de 3% e 5%, respectivamente, em relação ao valor do m³ do concreto sem pigmento. Com o valor do dólar mais baixo, essas porcentagens seriam menores, o que poderia tornar o uso do concreto pigmentado mais atrativo.

Além de ser utilizado na estrutura inteira, o concreto pigmentado também pode ser usado em partes do projeto, como por exemplo, em pilares, muros, etc., o que reduz os custos. Caso o projeto especifique o concreto pigmentado na estrutura inteira, uma forma de diminuir os custos é utilizar o concreto não pigmentado nas partes que não estarão visíveis.

6 ETAPA EXPERIMENTAL: A ESTABILIDADE DA COR

Segundo Carvalho (2002), os principais fatores que afetam a estabilidade da cor nos concretos pigmentados são: a qualidade na produção e o meio ambiente a que estão expostos. A partir do momento em que uma obra em concreto aparente é finalizada, esta passa a interagir com o meio em que está inserida, sofrendo um processo de envelhecimento natural. Com base neste fato, questiona-se se a agressividade do meio ambiente afeta a estabilidade da cor em concretos aparentes pigmentados. Diante disso, destinado à responder esse questionamento, houve a elaboração do ensaio de exposição acelerado na câmara de UV. Este ensaio viabilizou resultados da alteração cromática dos concretos em curto espaço de tempo se comparado com o desgaste natural de estruturas expostas ao ambiente, o que levaria anos.

Segundo Berns (2000, apud CESAR, 2010), a cor percebida de um objeto depende da combinação da distribuição espectral da fonte de luz, da refletância espectral do objeto no qual a luz incide, da sensibilidade espectral dos olhos e da interpretação cerebral desses e de outros estímulos no campo visual do observador. Assim, as cores podem ser descritas por suas propriedades físicas, por suas relações espectrais, por suas propriedades fisiológicas (reações que causam nos sistemas receptores visuais e cerebrais) e por seus nomes. Além disso, podem ser citadas as suas características de matiz, saturação e luminosidade. A forma de referência às cores depende da atividade desejada e vem acompanhada de um respectivo sistema de notação.

Existem diversos sistemas de notação e, de acordo com Berns (2000, apud CESAR, 2010), eles podem ser classificados da seguinte maneira:

- Sistemas baseados na mistura de cores (baseados nas cores físicas): Esses sistemas exemplificam relações entre cores primárias e as cores resultantes de suas misturas. Como exemplos, há o sistema CMYK, que produz as cores a partir de ciano, magenta, amarelo e preto; e o sistema Pantone, que produz as cores a partir de 14 cores básicas, ampliando a gama de possibilidades cromáticas.
- Sistemas baseados na percepção de cores (baseados na experimentação visual): Enquanto o sistema citado anteriormente envolve um conjunto de cores primárias e um processo de coloração,

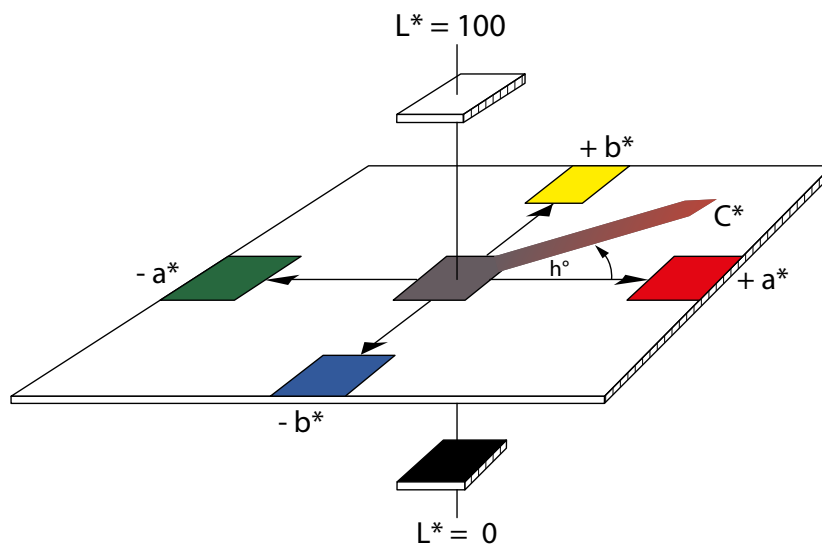
os sistemas baseados na percepção de cores pressupõem um conjunto de percepções visuais. Logo, esses sistemas estão na mente e, assim sendo, não requerem modelos ou exemplos. Como exemplos, há o sistema Munsell, cuja identificação da cor é feita através da comparação visual da cor do objeto com o acervo de papéis coloridos; e o sistema NCS, que define duas cores básicas: o branco e o preto. Segundo esses sistema, a intensificação da cor é feita em graus, mudando para o branco por empalidecimento ou para o preto por escurecimento.

- Sistemas baseados na colorimetria visual (comparação, matching system), regulados pela experimentação visual: Nesta categoria se enquadra o sistema cromático desenvolvido pela Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), importante e fundamental no que se refere à cor-luz. Como derivação deste sistema há o CIE Lab.

6.1 Avaliação da cor: Sistema CIE Lab

Neste trabalho, optou-se por utilizar o sistema CIE Lab, pois seus parâmetros possibilitam uma análise comparativa entre medições, facilitam a análise dos dados colorimétricos, são capazes de aproximar o comportamento numérico ao comportamento percebido visualmente e, além disso, é o sistema utilizado pelo instrumento de medição escolhido, o espectrofotômetro. Neste sistema, os valores de refletância espectral das amostras são transformados em valores tristimulus XYZ. Com base nisso, são calculados os parâmetros L^* (luminosidade), a^* e b^* (coordenadas de cromaticidade) (LOPEZ et al., 2007). As cores são organizadas através de uma matriz tridimensional formada pelos eixos L^* , a^* e b^* .

O eixo L^* indica a luminosidade da cor, variando entre o branco (extremo superior), cinza (centro do eixo) e preto (extremo inferior). O eixo a^* representa a variação vermelho-verde, sendo positivo ($+a^*$) para o primeiro e negativo ($-a^*$) para o segundo. O eixo b^* representa a variação amarelo-azul, sendo positivo ($+b^*$) para o primeiro e negativo ($-b^*$) para o segundo. A saturação permite a obtenção do grau de pureza da cor e é representada pelo vetor C^* que possui como origem a origem dos eixos (LOPEZ et al., 2007). Quanto mais as coordenadas se distanciam da origem dos eixos, menos cinza a cor possui e é, portanto, mais saturada. Desta forma, a cor é representada por um ponto de coordenadas (L^* , a^* , b^*) e, a partir dessas coordenadas, outros parâmetros podem ser calculados:



Esquema do sistema CIE Lab, onde se indicam as coordenadas cromáticas (BYK-Gardner GmbH. Solid Color).

Parâmetro	Significado	Cálculo
ΔL^*	Diferença de luminosidade	$L^*_{final} - L^*_{inicial}$
Δa^*	Diferença entre vermelho-verde	$a^*_{final} - a^*_{inicial}$
Δb^*	Diferença entre amarelo-azul	$b^*_{final} - b^*_{inicial}$
C^*	Saturação	$(a^*)^2 + (b^*)^2$
ΔC^*	Diferença de saturação	$\sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$
ΔE^*	Diferença total de cor	$\sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$

Parâmetros colorimétricos (adaptado de POSITIERI, 2005).

Para realizar a coleta dos dados numéricos colorimétricos, foi utilizado o equipamento denominado espectrofotômetro, com as características indicadas na tabela a seguir. O espectrofotômetro é capaz de avaliar todo o espectro da luz visível através de múltiplos sensores, cada um sensível a um

comprimento de onda. Desta forma, é realizada a medição do espectro da luz refletida do objeto e calculadas as coordenadas L^* , a^* e b^* .

Aparelho	Color Guide Sphere
Marca	BYK Gardner
Tipo de observador	CIE 10
Iluminante	D65 daylight

Características do espectrofotômetro.

Com as coordenadas L^* , a^* e b^* coletadas, foi possível avaliar as cores através da diferença total de cor (ΔE^*). Para isso, também foram calculados ΔL^* (diferença de luminosidade), Δa^* (diferença entre vermelho-verde) e Δb^* (diferença entre amarelo-azul). Na indústria da pintura, é possível classificar a diferença total de cor (ΔE^*) de acordo com o nível de visibilidade para o olho humano. Entretanto, não existe essa padronização dos valores de ΔE^* para o concreto. Teichmann (1991), em sua pesquisa realizada sobre medição de cor, notou que, dependendo da rugosidade do concreto, diferenças de cor em que valores de ΔE^* são menores que 1,5 não são visíveis para o olho humano. Logo, tomou-se como base este número para dizer se as diferenças totais de cor apresentadas no ensaio realizado neste trabalho são notáveis ou não notáveis ao olho humano:

ΔE^*	Avaliação indústria da pintura	Avaliação concreto
menor que 0,2	não visível	Não notável ↑
0,2 - 0,5	muito leve	
0,5 - 1,5	leve	
1,5 - 3,0	notável	Notável ↓
3,0 - 6,0	muito notável	
6,0 - 12,0	grande	
maior que 12,0	muito grande	

Relação entre a avaliação visual e ΔE^ utilizada neste trabalho.*

Foi necessária a adoção de um método útil que pudesse atribuir uma única cor para cada face medida, uma vez que foram realizadas muitas medições, resultando em inúmeras coordenadas (L^* , a^* , b^*) diferentes. Isso é devido ao fato do concreto ser um material que naturalmente apresenta variação

de cor em sua superfície. Optou-se por utilizar a média das coordenadas medidas, tomando como referência trabalhos como o de Positieri (2005) e de Passuelo (2004). Desta forma, foi possível a comparação das cores e posteriores resultados.

6.2 Dosagem e concretagem

Para a dosagem do concreto pigmentado deve-se considerar que a homogeneidade da cor no volume total a ser concretado é de extrema importância. Portanto, na dosagem, para a pesquisa experimental desse estudo, foram utilizados o mesmo tipo, lote, quantidade e fornecedor de materiais, como também, equipamentos adequados que proporcionam a homogeneização da mistura. Considerou-se para análise do concreto pigmentado as cores preto e vermelho, obtidas com a adição de pigmentos inorgânicos em pó, a base de óxido de ferro sintéticos (ASTM C979:2010). Estipulou-se a quantidade de 5% de pigmento em relação à massa de cimento, pois pela bibliografia consultada esse é o nível de saturação de cor.

É importante salientar que na mistura do concreto, a colocação do pigmento deve ser realizada a seco, pois a água pode aglutiná-lo, fazendo com que a mistura não fique uniforme.

Além dos concretos pigmentados, foi realizada também a dosagem do concreto sem pigmento para que este pudesse ser uma base de comparação. Os concretos pigmentados produzidos se diferem do concreto sem pigmento somente pela incorporação de 5% de pigmento, ou seja, o traço foi o mesmo para todas as amostras concretadas.

Adotando-se a representação do traço em proporção dos materiais em relação à massa de cimento (cimento:areia:brita:água), o traço utilizado nas amostras foi 1:2,37:2,57:0,47. Os materiais utilizados na dosagem dos concretos foram:

- Cimento Portland: CP II E 40, que está de acordo com a NBR 11578:1991;
- Agregado miúdo: areia natural de cava (quartzo) e areia de brita Tipo II (calcário);
- Agregado graúdo: brita 0 e brita 1;
- Finos: adicionou-se sílica ativa, para o melhor preenchimento dos vazios;

- Aditivos: utilizou-se aditivo polifuncional (MIRA 94), aditivo superplastificante (ADVA FLOW 422) e aditivo modificador de viscosidade (Levasil CB45-A), que é uma dispersão aquosa de sílica coloidal.

Durante a mistura, notou-se que o pigmento aumentava a proporção de finos e, conseqüentemente, tornava o concreto menos fluido. Como o objetivo era produzir concreto autoadensável, optou-se por corrigir a reologia do concreto através da alteração da proporção de aditivo superplastificante, de modo a manter a mesma relação água/cimento em todas as amostras. Para identificação das propriedades dos concretos das amostras foram realizados ensaios tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. São eles:

- Ensaio de slump-flow: realizado segundo a NBR 15823-2:2017. O espalhamento do concreto sem pigmento foi 70cm, enquanto do concreto com pigmento foi de 69cm;
- Ensaio Caixa L: realizado de acordo com a NBR 15823-4:2017. Os concretos apresentaram habilidade passante de 0,88;
- Ensaio de teor de ar: a massa específica foi de 2.438 kg/m³ e o teor de ar nas misturas foi de 0,7%.

Os ensaios realizados nas amostras em estado endurecido foram:

- Ensaio de MAV (Massa Específica, Absorção de Água e Índice de Vazios): o ensaio foi realizado de acordo com a NBR 9778:2005. Os resultados indicaram um baixo índice de poros nas amostras e, conseqüentemente, uma baixa absorção de água. Entretanto, a absorção de água e o índice de vazios do concreto sem pigmento foram maiores do que dos concretos pigmentados, diferença que se reflete na massa específica, que é menor em relação à massa dos concretos pigmentados. A tabela a seguir apresenta os resultados do ensaio de MAV. Os números mostrados são as médias dos resultados obtidos.

Corpos de prova	Absorção de água (%)	Índice de vazios (%)	Massa específica real (kg/dm³)
Concreto sem pigmento	2,0	4,7	2,5
Concreto com pigmento preto	1,9	4,4	2,52
Concreto com pigmento vermelho	1,9	4,6	2,52

Resultados do ensaio de MAV.

- Ensaio de resistência à compressão: realizado com 7 dias e 28 dias, com os três concretos produzidos. Os ensaios foram realizados de acordo com a NBR 5739:2017. Os resultados mostraram a boa homogeneidade da mistura e a pequena quantidade de poros. Notou-se que as resistências à compressão dos concretos pigmentados foram superiores às resistências do concreto sem pigmento. Isso pode ter ocorrido pelo fato do pigmento aumentar a quantidade de finos da mistura, auxiliando no preenchimento de vazios, permitindo atingir resistências mais elevadas. A tabela a seguir apresenta os resultados do ensaio de resistência à compressão. Os números mostrados são as médias dos resultados obtidos.

Corpos de prova	Idade (dias)	Resistência média (MPa)
Concreto sem pigmento	7	64,55
	28	78,45
Concreto com pigmento preto	7	69,5
	28	87,7
Concreto com pigmento vermelho	7	65,9
	28	83,1

Resultados do ensaio de resistência à compressão.

- Ensaio de absorção de água por capilaridade: realizado de acordo com a NBR 9779:2012. Os corpos de prova foram curados de duas maneiras distintas, cura úmida e seco ao ar, para que se pudesse comparar os resultados entre um ambiente com temperatura e umidade simulados e um

ambiente de canteiro de obras. Notou-se que, nas amostras secas ao ar, a ascensão capilar foi mais baixa. O concreto com pigmento vermelho foi o concreto que apresentou menor ascensão capilar, chegando a zero nos corpos de prova secos ao ar. A tabela a seguir apresenta os resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade. Os números mostrados são as médias dos resultados obtidos.

Corpos de prova	Tipo de cura	3h	6h	24h	48h	72h	Altura da ascensão capilar máxima (cm)
Concreto sem pigmento	úmida	0,1	0,13	0,18	0,21	0,23	10,3
	seco ao ar	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	2,2
Concreto com pigmento preto	úmida	0,09	0,11	0,17	0,21	0,21	7,0
Concreto com pigmento vermelho	úmida	0,1	0,12	0,18	0,21	0,24	1,7
	seco ao ar	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,0

Resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade.

De forma geral, os resultados dos ensaios realizados em estado endurecido indicaram que os concretos apresentaram poucos poros e capilaridades, justificando os baixos índices de vazios e as elevadas resistências à compressão. Acredita-se que o pigmento colabora no preenchimento dos poros do concreto, devido ao pequeno diâmetro das partículas.

Após a dosagem foram moldadas oito placas com dimensões de 20x30x10cm e seis de 9x9x4cm com o objetivo de ensaiá-las e verificar a alteração da coloração diante da agressividade do ambiente. As placas de maiores dimensões foram colocadas na cobertura da FAU e estão sendo analisadas mensalmente e, as placas de menor dimensão, foram ensaiadas na câmara de ultravioleta (CUV) que simula ciclos de calor e umidade acelerando o processo de degradação. Neste trabalho apresentar-se-á apenas os resultados da segunda situação devido à melhor representatividade dos mesmos.

6.3 Ensaio de exposição na câmara de UV

O ensaio de envelhecimento acelerado na câmara de radiação ultravioleta (CUV) simula o desgaste da peça pela reprodução dos danos causados pela luz solar, pela chuva e pelo orvalho. A câmara

expõe as amostras a ciclos alternados de radiação ultravioleta B e de condensação com duração de 4 horas cada. Ele foi realizado com o intuito de se obter os dados a respeito do comportamento da cor do concreto pigmentado em menor tempo. O ensaio é executado com base na norma NBR 15380:2015.

Para este ensaio, foram separadas 6 amostras de dimensões 9x9x4cm, que foram divididas em dois grupos: 3 amostras receberam uma camada de hidrofugante à base de silano-siloxano de forma que, para cada concreto, uma amostra apresentasse proteção superficial e a outra não. O uso do hidrofugante no ensaio teve como objetivos analisar se as manifestações patológicas, tais como, a eflorescência, são prevenidas ou retardadas pelo uso de proteção superficial e analisar se o hidrofugante contribui para amenizar a degradação cromática. Optou-se por realizar 6 medições em cada amostra, na face exposta ao ensaio, a cada 150 horas. Foram confeccionados gabaritos para cada amostra, de forma que as medições fossem realizadas sempre no mesmo ponto, evitando assim discrepâncias e falsos resultados, uma vez que o concreto, naturalmente, apresenta variações de cor em sua superfície. A tabela a seguir mostra a relação de equivalência entre as horas de ensaio na câmara de UV e o tempo, em meses, caso as placas estivessem expostas ao ambiente natural.

Tempo de exposição na CUV (horas)	Tempo equivalente (meses)
0	0
150	6
300	12
450	18
600	24
750	30
900 ^a	36
900 ^b	36
1050	42
1200	48
1350	54
1500	60

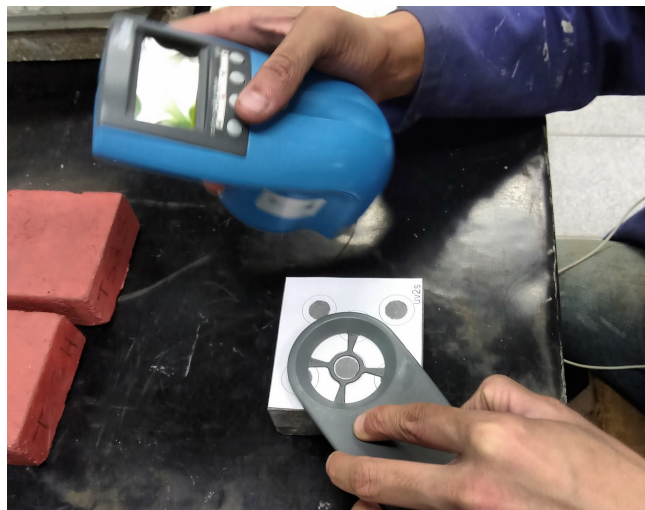
Equivalência de horas de ensaio na CUV.

^aantes do ácido cítrico e ^bapós o ácido cítrico.

De acordo com as orientações do fabricante, após três anos de exposição natural, ou seja, 900 horas de ensaio acelerado, há a necessidade de reaplicação do hidrofugante nas amostras que já possuíam proteção superficial. Antes da reaplicação do produto, foi necessário limpar as superfícies expostas, retirando manchas esbranquiçadas ou demais sujidades. Optou-se pela aplicação do ácido cítrico como produto de limpeza superficial, que foi aplicado em todas as amostras ensaiadas, após a saturação das superfícies com água. Quando as superfícies já estavam secas, separou-se as amostras com hidrofugante para a reaplicação do produto. O hidrofugante foi reaplicado da mesma forma que da primeira vez, ou seja, por aspersão. As medições da cor após todo o processo de limpeza e de reaplicação da proteção superficial só foram realizadas após a secagem total do hidrofugante, o que demorou uma semana. Após todas as medições, as amostras retornaram para a CUV, dando continuidade ao ensaio acelerado.

Ao contrário da diferença total de cor, não há um valor de referência para saturação e luminosidade que indique se a mudança desses parâmetros é visível ou não para olho humano. Portanto, neste trabalho serão apresentados apenas os gráficos das diferenças totais de cor dos concretos estudados.

Optou-se por apresentar os resultados em forma de gráficos para proporcionar uma análise mais visual dos resultados. Entretanto, no Anexo 1 deste trabalho, encontram-se as tabelas com todos os dados fornecidos pelo aparelho de medição. É importante ressaltar que todas as diferenças foram calculadas em relação aos dados da medição inicial das amostras antes do ensaio ser iniciado.

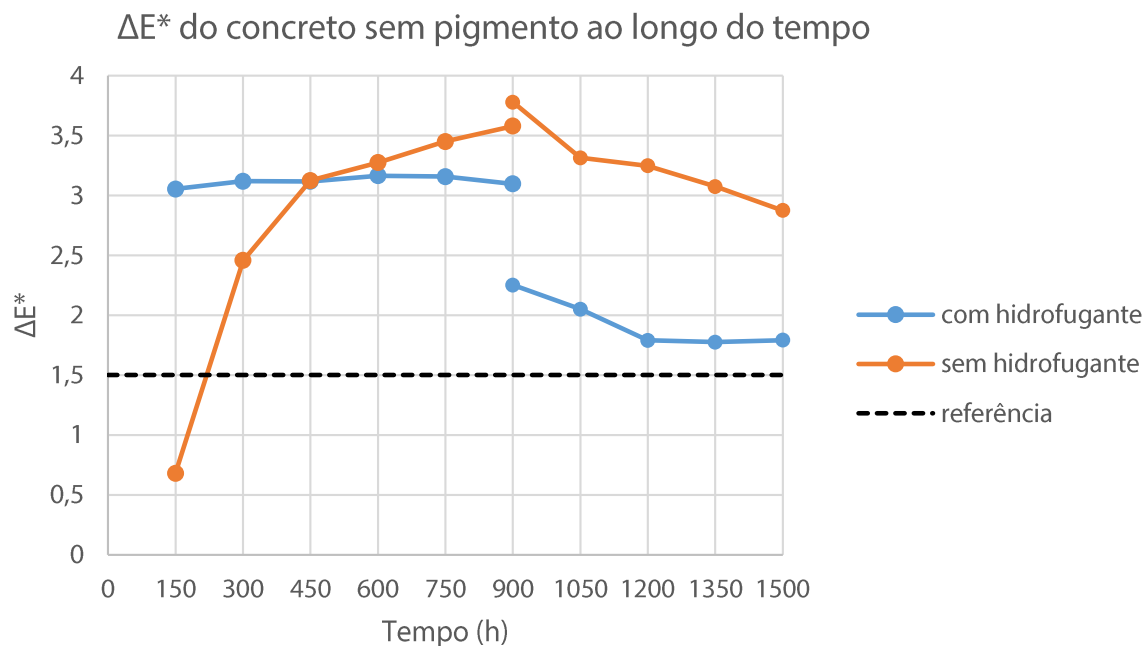


Gabaritos e espectrofotômetro (Autora).

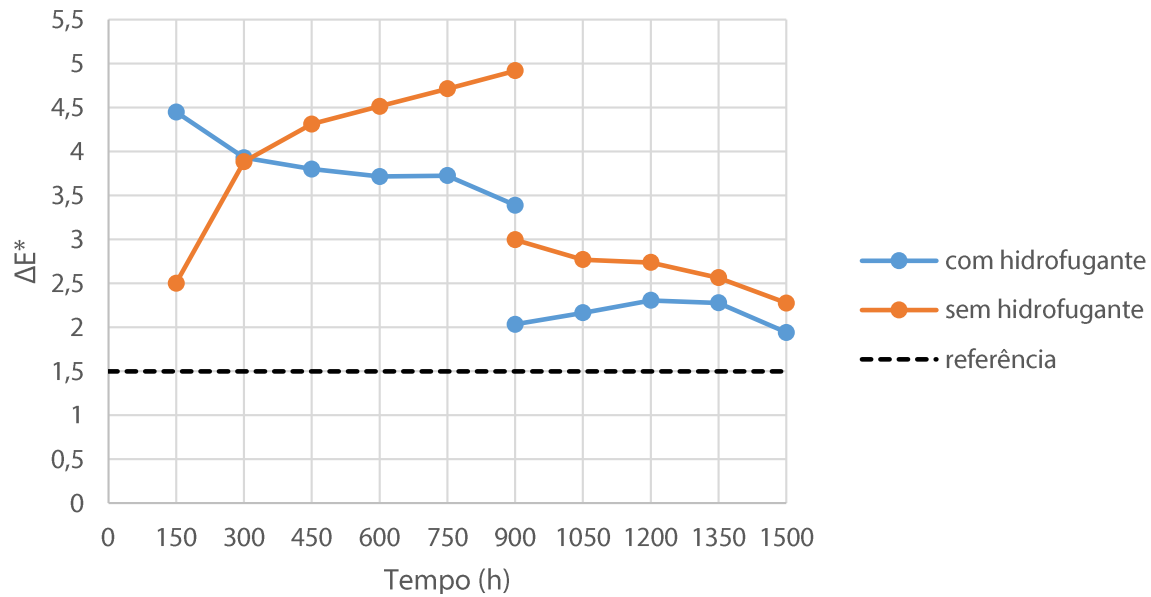
6.3.1 Resultados

Os gráficos que serão apresentados a seguir apresentam descontinuidade nos valores dos parâmetros colorimétricos: há dois valores no eixo y para o valor de 900 horas no eixo x. Isso é devido às medições de cor terem sido realizadas anteriormente e posteriormente a limpeza e reaplicação do hidrofugante.

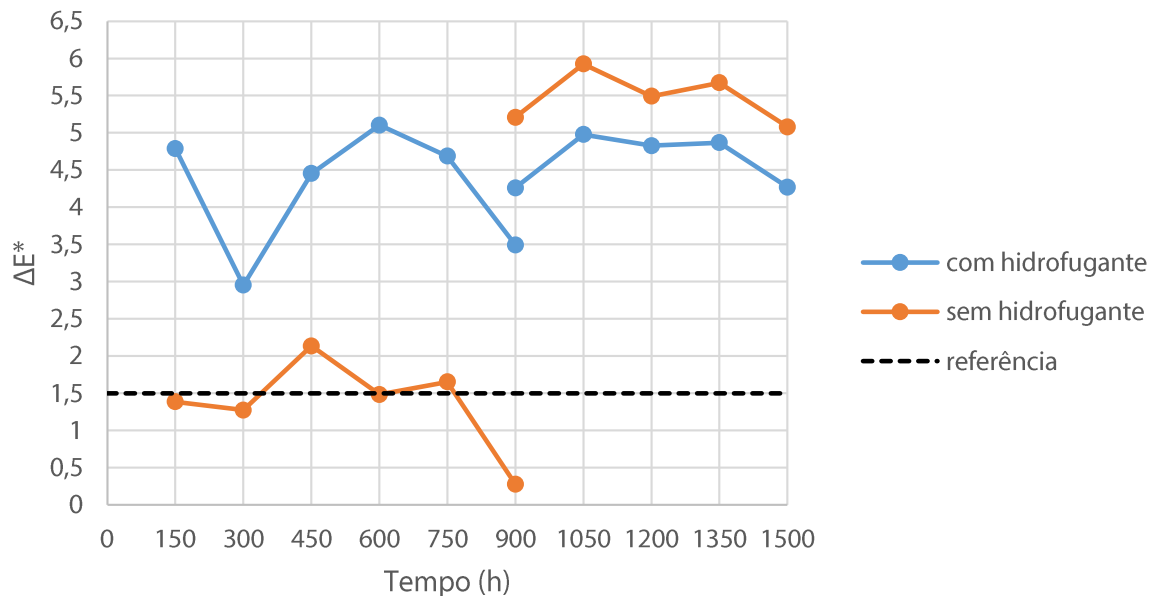
Os gráficos a seguir mostram as diferenças totais de cor para as amostras dos 3 tipos de concreto.



ΔE^* do concreto com pigmento preto ao longo do tempo



ΔE^* do concreto com pigmento vermelho ao longo do tempo



Como pode ser observado nos gráficos, todos os concretos, tanto as amostras com hidrofugante quanto sem hidrofugante, apresentaram valores notáveis de ΔE^* em todo o período de ensaio. Com algumas exceções, como a medição realizada em 150 horas do concreto sem pigmento, que foi calculado um valor de ΔE^* abaixo do valor de referência. De forma similar, com o concreto com pigmento vermelho, nas primeiras 900 horas, foram calculados valores de ΔE^* abaixo do valor de referência em quatro medições (150h, 300h, 600h e 900h). Após a limpeza, pode ser observado que todas as amostras apresentaram um comportamento mais estável. Essa estabilidade talvez possa ser atribuída ao ácido cítrico. Além disso, notou-se, visualmente, após a limpeza, que houve um realçamento das cores das amostras.

A partir dos resultados, gera-se a hipótese de que o hidrofugante auxilia, a longo prazo, a manter as diferenças totais de cor das amostras em que ele foi aplicado com valores inferiores às das amostras sem hidrofugante. Entretanto, ainda com valores que indicam que a diferença total de cor foi notável. Além disso, diferentemente dos outros concretos, no concreto com pigmento vermelho, a limpeza fez com que os valores de ΔE^* aumentassem nas amostras com e sem hidrofugante. Isso pode ter sido causado pela alta quantidade de manchas brancas nas superfícies já no final do processo de cura que, ao serem retiradas, causaram o aumento da diferença de cor.

7 RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO DE PROJETO

Muitas construções que não realizam a manutenção preventiva apresentam, em poucos anos, sintomas de degradação ambiental. Além disso, segundo Chaves (2016), há outras origens nas causas de redução do desempenho e da durabilidade das edificações como, por exemplo, projetos falhos, execuções mal feitas, ausência de acompanhamento técnico, materiais especificados de maneira errada, aplicação inadequada de métodos construtivos e falta de conhecimento de normas técnicas.

Com relação à produção e cor do concreto pigmentado, todos os constituintes do concreto são capazes de influenciar na sua coloração final. Por isso, o conhecimento das propriedades dos materiais e da interação entre eles pode minimizar ou até mesmo anular resultados indesejáveis. A presença de um tecnologista e/ou de um consultor em concreto pode trazer muitas vantagens, pois esses profissionais possuem conhecimentos técnicos e específicos dos materiais constituintes do concreto, proporcionando uma dosagem racional e adequada para o produto final e dentro dos padrões normativos exigidos.

A interação entre o projetista e o construtor nas etapas de projeto e de execução é essencial para que ambos avaliem o grau de dificuldade em executar e atender adequadamente as deliberações do projeto, evitando que ocorram adaptações ou modificações durante a fase da execução da obra. Além disso, a dosagem racional de um bom concreto pigmentado pode amenizar o aparecimento de eflorescências e fissuras que comprometem o aspecto estético e, além disso, qualquer reparo a posteriori traz consequências visuais aparentes.

É importante também que o Arquiteto conheça as características e limitações do concreto pigmentado e que acompanhe todo o trabalho a ser desenvolvido, pois:

a) o concreto aparente é um material que, naturalmente, apresenta diferenças cromáticas em sua superfície e, no concreto pigmentado, não é diferente. Essas diferenças também podem ser influenciadas pelo desmoldante, tipo de acabamento e proteção de superfície, logo não há como esperar, desde a concepção do projeto, uma cor sólida e uniforme como resultado. Porém, é possível, através do conhecimento do material e de um projeto arquitetônico que leve em consideração as suas

características inerentes, atingir a melhor homogeneidade possível da cor e a sua durabilidade;

b) caso haja necessidade de amenizar as diferenças cromáticas, deve-se evitar grandes áreas de paredes cegas. Pode-se optar por acabamentos rústicos, aberturas, alto relevos, paredes com detalhes em diferentes planos, como por exemplo, da Bodega Antión e da Plaza de La Libertad;

c) a escolha dos agregados, o tipo de cimento, a relação água/cimento e a garantia de que os materiais de uma obra em concreto pigmentado sejam de mesmo lote e fornecedor são parâmetros que devem ser controlados para que as propriedades físicas do material e a cor sejam satisfeitas de acordo com o que foi previsto no projeto;

d) o planejamento, na fase de projeto arquitetônico, das etapas de concretagem, de maneira a não evidenciar imperfeições (como juntas de concretagem), o acompanhamento da elaboração do projeto das formas e a especificação de desmoldante adequado são cuidados que devem ser tomados para que se altere minimamente as características cromáticas da superfície do concreto;

e) a especificação técnica de detalhes construtivos em projeto, como por exemplo, pingadeiras, rufos, beirais, etc., para evitar o escorrimento da água, não deixando as decisões a cargo da experiência da equipe da obra;

f) a especificação de uma proteção de superfície adequada e a indicação, no programa de manutenção preventiva, do tempo necessário da sua reaplicação para que o desempenho da estrutura em concreto pigmentado aparente seja garantido ao longo de sua vida útil.

Durante a fase de uso, é muito importante a realização de inspeções periódicas, o mapeamento dos problemas e a elaboração de um estudo de evolução. As manifestações patológicas que podem aparecer em uma estrutura devem ser avaliadas de imediato e as decisões de reparo devem ser tomadas, levando em consideração as características intrínsecas do material da estrutura, de forma a evitar o aumento dos danos, o aumento dos gastos financeiros e a alteração cromática da superfície. Além disso, é essencial, também nesta fase de uso, a realização de limpezas periódicas, de forma a reduzir a contaminação do concreto por substâncias presentes na atmosfera, assim deixando suas características estéticas mais fiéis às previstas em projeto. Os resultados obtidos com o ensaio na câmara de UV apontaram que a limpeza possui influência nas medições, pois houve um realçamento da cor e uma estabilidade colorimétrica nas curvas de diferença total de cor dos concretos, mostrando a importância desse processo para uma estrutura de concreto pigmentado aparente.

8 CONCLUSÕES

De forma geral, os resultados do ensaio de exposição na câmara de UV mostraram que houve mudanças na coloração das amostras. Entretanto, medidas mitigadoras podem ser tomadas, sobretudo, a aplicação de um sistema de proteção superficial e a limpeza da superfície. É importante ressaltar que a limpeza deve ser realizada periodicamente, bem como, deve-se respeitar o tempo de reaplicação do sistema de proteção superficial recomendado pelo fabricante. Ambos os processos estão inseridos na manutenção preventiva, que é mais barata que a manutenção corretiva, além de contribuir para a durabilidade da estrutura. No caso de concretos aparentes pigmentados, a manutenção corretiva deixa consequências estéticas na superfície, pois não se conseguirá obter um resultado cromático igual ao originalmente executado.

Em função da disponibilidade de produtos de proteção superficial presentes no mercado e da variedade de características que o concreto apresenta, a especificação do produto, obrigatoriamente, deve levar em consideração as condições de exposição a que o concreto estará submetido, a vida útil do sistema de proteção e do concreto e, sobretudo, para o concreto pigmentado, a garantia de que as tonalidades cromáticas das superfícies sofram as menores alterações possíveis.

Os hidrofugantes de superfície revestem os poros, ao invés de cobri-los ou vedá-los, assim permitindo a evaporação da umidade interna do concreto. Além disso, como não são formadores de película, alteram pouco o aspecto estético do concreto. Na etapa experimental deste trabalho, percebeu-se que o hidrofugante auxilia, a longo prazo, a manter as diferenças totais de cor das amostras em que ele foi aplicado com valores inferiores às das amostras sem hidrofugante. Também, a partir das entrevistas realizadas, foi constatado que nos projetos da Praça das Artes, do Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga e da Casa Terra, houve o uso do hidrofugante como produto de proteção superficial, o que mostra a importância na especificação do produto em projetos de concreto pigmentado.

A partir dos resultados obtidos e das entrevistas realizadas, pode-se assumir que, para a preservação dos aspectos cromáticos especificados em projeto, o hidrofugante se mostra a melhor escolha.

O conhecimento sobre o concreto pigmentado, por parte do arquiteto, é essencial para o desenvolvimento de um projeto no qual leve em consideração as características inerentes do material,

garantindo qualidade para a estrutura. O projeto deve considerar as características técnicas do concreto pigmentado, mas também valorizar a sua estética.

O concreto pigmentado apresenta pouco uso no Brasil, se comparado com o exterior. Para alavancar o seu uso no mercado nacional, o material precisa ser mais divulgado, através da sua inserção nas disciplinas de graduação juntamente com o concreto sem pigmento e da apresentação dos projetos já realizados, em eventos, pelos arquitetos que já possuem experiência com o concreto pigmentado.

Considera-se este tema não terminado e que a variedade de texturas superficiais, de formas e a complexidade da medição colorimétrica proporcionam um campo promissor para a continuidade deste estudo.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto autoadensável. NBR 15823. Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método de cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto autoadensável. NBR 15823. Parte 4: Determinação da habilidade passante - Métodos da caixa L e da caixa U. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578. Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9779. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15380. Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 979. Standard Specification for Pigments for Integrally Colored Concrete. 2010.

BARRERA, H.; ANABALÓN, A.; GUTIERREZ, S. Hormigones decorativos. Chile, 2002.

BYK-Gardner GmbH. Solid Color. Disponível em: http://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/theory/color/en/Intro_Solid_Color.pdf.

CALIL, C. A Praça das Artes, passado e futuro. In: NOSEK, V. (org.). Praça das Artes. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2013. P. 7 - 10.

CARVALHO, F. Estructuras de hormigón coloreado. In: Simpósio Internacional sobre concretos especiais. Sobral. 2002.

CARVALHO, F.; CALAVERA, J. Estabilidades colorimétrica e influência da incorporação de pigmentos em concretos submetidos a diferentes estados de Exposição ambiental. 44º Congresso Brasileiro. Instituto Brasileiro do Concreto. Belo Horizonte, 2002.

Catálogo Know How LANXESS. A coloração do concreto: Instruções para produção.

CESAR, J. A cor na Arquitetura. In: GIANNOTTI, M. (org.). Sobre a Cor. São Paulo: Martins Fontes, 2019.

CESAR, J. O NCS - Natural Color System e possíveis aplicações no projeto arquitetônico. Pós. No 27, V. 17, p. 194 - 207, 2010.

COELHO, F. A cor como principal elemento estético. Construir Nordeste. No. 20, Ano V, p. 32-33, 2003.

CONCEIÇÃO, L. Estudo da tecnologia e aplicação do concreto colorido em habitações de interesse social. Projeto de graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

CHAVES, M. Procedimentos de produção, proteção e manutenção de estruturas de concreto aparente. Dissertação (Mestrado), Instituto e Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

EN - EUROPÄISCHE NORM. EN 1504. Products and systems for the protection and repair of concrete structures. 2005.

FURTADO, C. Bruno Taut e as fantásticas torres de vidro. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online), (15), p. 51-57, 2012.

GUIMARÃES, A. Concreto colorido: Estudo da adição de pigmentos em concreto de cimento Portland de alto desempenho. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

HARTMANN, C.; BENINI, H. Concreto Arquitetônico e Decorativo. Concreto: Ciência e Tecnologia. Cap.45. vol. 2. Editor Geraldo Cechella Isaia. IBRACON. São Paulo, 2011.p. 1645-1681.

HELENE, P. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, SENAI, 1992.

HELENE, P. Protección y mantenimiento de las superficies de hormigón. In: CASANOVAS, X. Manual de diagnosis e intervenció en estructures de hormigón armado. Espanha: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, 2000. Capítulo 12, p. 115-126.

KAZMIERCZAK, C. Proteção Superficial do Concreto. In: ISAIA, G. Concreto: Ensino, Pesquisa e realizações. São Paulo: Editora Ibracon, 2005. V2, Cap. 29, p. 879-900.

LOPEZ, A., TOBES, J., POSITIERI, M., ZERBINO, R. Medición del color en materiales a base de Cemento Portland. Ciencia y Tecnologia del Hormigón. No. 14, p. 26 - 36, 2007.

MEDEIROS, M. Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos com proteção superficial frente à ação de íons cloretos. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MEDEIROS, M.; PEREIRA, E.; HELENE, P. Tratamento de superfície com silicato de sódio para concreto: penetração de cloretos e absorção de água. Revista ALCONPAT, v. 2, n. 3, p. 149-161, 2012.

MEDEIROS, M.; GOMES, T.; HELENE, P. Hidrofugantes de superfície: Estudo da capacidade de barrar o ingresso de água no concreto. Teoria e Prática na Engenharia Civil. No.8, p. 21-28, 2006.

Memoriais Descritivos da Praça das Artes e do Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga.

MINAH, G. Colour as Idea: the conceptual Basis for Using Colour in Architecture and Urban Design. Color Design & Creativity, p. 1-9, 2006.

PARIS, N.; CHUSID, M. Ensuring the Quality of Colored Concrete Finishes. In: The Construction Specifier, 1998.

PASSUELO, A. Análise de parâmetros influentes na cromaticidade e no comportamento mecânico de concretos à base de cimento branco. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

PEDROSA, I. Da cor à cor inexistente. 10^a ed. Editora SENAC. São Paulo, 2009.

POSITIERI, M. Propiedades Fisicomecánicas y Durabilidad del Hormigón Coloreado. Tese (Doutorado), Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, 2005.

Revista Monolito. Centro de Debates de Políticas Públicas, São Paulo. Ed. n°24: Anuário 2014, 2014.

SÁNCHEZ, A. Mantenimiento y conservación de la apariencia del concreto. Construcción y tecnología en concreto, p. 30-36, 2015.

SILVA, P. Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana. São Paulo: Pini, 1995.

TEICHMANN, G. The use of colorimetric methods in the concrete industry?. Betonwerk+Fertigteil-Technik. 457, p. 58-73, 1990.

THOMPSON, J.; SILSBEE, M.; GILL, P.; SCHEETZ, B. Characterization of silicate sealers on concrete. Cement and Concrete Research, v. 27, n. 10, p. 1561-1567, 1997.

VALENÇA, J.; PRISZKULNIK, S. Concreto colorido: influência da adição de pigmentos e suas aplicações. XIII Jornada de Iniciação Científica e VII Mostra de Iniciação Tecnológica, 2017.

Sites:

http://bayferrox.com/uploads/tx_lanxessmatrix/ccw_case-study_museum-portugal-en_2011_web.pdf

http://bayferrox.com/uploads/tx_lanxessmatrix/ccw_case-study_eso-hotel-cl.de-en_2009_03.pdf

<https://www.archdaily.com.br/br/01-82508/casa-boacava-slash-una-arquitetos>

<https://dsrny.com/project/rio-mis?index=false&tags=cultural%2Cmuseum§ion=projects>

<http://brasilarquitetura.com/projetos/cais-do-sertao-luiz-gonzaga>

<https://www.archdaily.com.br/br/907621/museu-cais-do-sertao-brasil-arquitetura>

<http://brasilarquitetura.com/projetos/praca-das-artes>

<https://www.archdaily.com.br/br/626025/praca-das-artes-brasil-arquitetura>

<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/172/artigo286837-2.aspx>

<http://www.bernardesarq.com.br/projeto/terra/>

<http://www.caisdosertao.org.br/>

<http://www.casadashistoriaspaularego.com/pt/>

<https://www.archdaily.com/898028/how-luis-barragan-used-light-to-make-us-see-color>

<https://www.archdaily.com.br/br/01-41987/classicos-da-arquitetura-centro-georges-pompidou-renzo-piano-mais-richard-rogers>

<https://www.archdaily.com.br/br/783522/classicos-da-arquitetura-unidade-de-habitacao-le-corbusier>
<https://www.archdaily.com.br/br/894425/o-papel-da-cor-na-arquitetura>

<https://www.archdaily.com.br/br/898246/cores-na-arquitetura-contemporanea-brasileira>

<https://www.archdaily.com.br/br/899265/um-tributo-a-cor-na-arquitetura-mexicana>

<https://www.archdaily.com.br/br/910451/escritorio-cdpp-reinach-mendonca-arquitetos-associados>

<https://www.archdaily.com.br/br/910768/as-possibilidades-do-concreto-pigmentado-18-edificios-impregnados-de-cor>

https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/bernardes-arquitetura_/casa-terra/4571

10 ANEXOS

10.1 Anexo 1: Dados do ensaio de exposição na câmara de UV

Tempo de exposição na CUV (horas)	Concreto sem pigmento sem hidrofugante			Concreto com pigmento preto sem hidrofugante			Concreto com pigmento vermelho sem hidrofugante		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	62,69	0,83	6,22	45,12	0,67	1,71	41,21	26,41	19,15
150	62,05	1,06	6,31	42,85	0,56	0,68	41,51	25,98	17,87
300	60,31	1,18	6,73	41,32	0,56	0,95	41,88	25,54	18,51
450	59,65	1,14	6,86	40,92	0,58	0,77	41,72	25,15	17,50
600	59,48	1,26	6,73	40,71	0,56	0,77	41,57	25,49	18,05
750	59,31	1,22	6,81	40,49	0,61	0,85	41,37	25,43	17,83
900^a	59,21	1,28	6,92	40,25	0,65	1,06	41,03	26,23	19,25
900^b	59,21	1,07	4,76	43,60	0,15	-0,82	43,79	23,56	15,64
1050	59,80	1,01	4,61	44,12	0,16	-0,82	44,17	23,27	15,10
1200	59,79	1,03	4,76	44,04	0,18	-0,76	44,01	23,42	15,50
1350	60,01	1,03	4,73	44,28	0,13	-0,65	44,06	23,26	15,40
1500	60,16	1,08	4,86	44,21	0,22	-0,32	43,62	23,41	15,84

Dados do ensaio de exposição na câmara de UV das amostras sem hidrofugante.

^aantes do ácido cítrico.

^bapós o ácido cítrico.

Tempo de exposição na CUV (horas)	Concreto sem pigmento com hidrofugante			Concreto com pigmento preto com hidrofugante			Concreto com pigmento vermelho com hidrofugante		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	62,40	0,85	6,63	43,96	0,79	2,04	41,91	26,27	18,87
150	64,91	0,81	4,88	48,06	0,38	0,36	44,68	24,13	15,59
300	64,96	0,79	4,85	47,41	0,37	0,21	44,30	25,02	17,67
450	64,90	0,77	4,77	47,20	0,35	0,10	44,84	24,20	16,22
600	64,88	0,84	4,66	47,11	0,41	0,10	45,12	23,71	15,84
750	64,92	0,79	4,73	47,13	0,43	0,12	44,77	23,95	15,97
900^a	64,87	0,81	4,76	46,86	0,47	0,31	44,49	24,71	17,10
900^b	60,53	0,95	5,37	43,97	0,24	0,08	45,57	24,93	17,14
1050	60,70	0,99	5,49	44,69	0,25	0,07	45,82	24,34	16,48
1200	60,97	0,98	5,55	45,11	0,24	0,11	45,71	24,38	16,56
1350	61,03	1,01	5,51	45,21	0,24	0,22	45,73	24,29	16,60
1500	60,90	1,06	5,67	45,01	0,28	0,49	45,24	24,37	16,99

Dados do ensaio de exposição na câmara de UV das amostras sem hidrofugante.

^aantes do ácido cítrico.

^bapós o ácido cítrico.

10.2 Anexo 2: Termos de autorização dos entrevistados

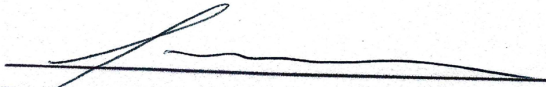
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DEPOIMENTO – TCLE

Eu, FRANCISCO ABREU, depois de entender os riscos e benefícios que o Trabalho Final de Graduação intitulado "Concreto Pigmentado Aparente: Recomendações para o Processo de Projeto Arquitetônico" poderá trazer e, entender os métodos que serão usados para a coleta de dados, AUTORIZO, por meio deste termo, à aluna Deborah Priscilla Fontoura Gonçalves, estudante regularmente matriculada no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, a utilizar as informações fornecidas por mim sem custos financeiros a nenhuma parte.

As informações fornecidas serão utilizadas exclusivamente para a elaboração do Trabalho Final de Graduação, aqui citado, que será apresentado entre os dias 24/06/2019 e 28/06/2019.

Portanto, libero a utilização das informações para fins científicos e de estudos, em favor da aluna acima especificada.

São Paulo, 28 de MARÇO de 2019


Participante da entrevista

FRANCISCO ABREU
BERNARDES ARQUITETURA


Deborah Priscilla Fontoura Gonçalves

Termo de autorização de uso de depoimento da entrevista referente à Casa Terra.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DEPOIMENTO - TCLE

Eu, Maurício Mendonça, depois de entender os riscos e benefícios que a pesquisa intitulada “**Concreto Colorido – A estabilidade da cor quando exposta às intempéries**” poderá trazer e, entender os métodos que serão usados para a coleta de dados, **AUTORIZO**, por meio deste termo, à(s) pesquisadora(s) Deborah Gonçalves a gravar meu depoimento sem custos financeiros a nenhuma parte.

Os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos, jornais, dentre outros;

Ao mesmo tempo, libero a utilização deste depoimento para fins científicos e de estudos, em favor dos pesquisadores acima especificados.

São Paulo, 05 de fevereiro de 2019

Maurício Mendonça
Participante da pesquisa

Deborah Gonçalves
Pesquisadora

Termo de autorização de uso de depoimento da entrevista referente ao CDPP. Este trabalho teve como origem uma iniciação científica, logo, o termo de autorização desta entrevista apresenta o título da pesquisa de iniciação científica.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DEPOIMENTO - TCLE

Eu, Luciana Damelas, depois de entender os riscos e benefícios que a pesquisa intitulada “**Concreto Colorido – A estabilidade da cor quando exposta às intempéries**” poderá trazer e, entender os métodos que serão usados para a coleta de dados, **AUTORIZO**, por meio deste termo, à(s) pesquisadora(s) Deborah Gonçalves a gravar meu depoimento sem custos financeiros a nenhuma parte.

Os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos, jornais, dentre outros;

Ao mesmo tempo, libero a utilização deste depoimento para fins científicos e de estudos, em favor dos pesquisadores acima especificados.

São Paulo, 18 de outubro de 2018

Luciana Damelas

Participante da pesquisa

Deborah Gonçalves

Pesquisadora

Termo de autorização de uso de depoimento da entrevista referente à Praça das Artes. Este trabalho teve como origem uma iniciação científica, logo, o termo de autorização desta entrevista apresenta o título da pesquisa de iniciação científica.