



# AValiaÇÃO DOS TONS DE CORES EM PROJETOS DIGITAIS EM PROJETOS COMPLEMENTARES CIVIS

**MARTINS, Lucas Francisco**

Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil,  
e-mail: [curvalogos@gmail.com](mailto:curvalogos@gmail.com)

**SCHMIDT, Marcio Augusto Reolon**

Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil,  
e-mail: [marcio.schmidt@ufu.br](mailto:marcio.schmidt@ufu.br)

## RESUMO

Duas mudanças importantes vêm ocorrendo nos últimos anos em projetos AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção): a mudança da visão bidimensional para a perspectiva 3D e as interações com as novas plataformas tecnológicas como a Realidade Aumentada e o BIM (*Building Model Information*). Um dos principais problemas são as incompatibilidades ou interferências, classificadas em três tipos: hard clash, soft clash e 4D clash e a escolha das cores adotadas pela norma de representação. Neste contexto, esta pesquisa aborda a melhora da visualização para identificação das interferências em projetos complementares civis variando as cores padrões da NBR-6493(1994) para uma abordagem cognitiva usando as tecnologias de CAD, BIM e RA. As análises utilizaram questionários e entrevistas com arquitetos e engenheiros em testes de percepção na compatibilização de projetos. Constatou-se que a mudança no padrão de cores associadas à vista perspectiva melhora o número de acertos e o tempo de resposta em relação àquelas da ABNT.

**Palavras-chave:** Projetos Complementares, CAD-BIM-RA, NBR, Cognição visual

## ABSTRACT

*Two important changes have taken place in recent years in Architecture and Civil Engineering Projects (AEC): the shift from 2D orthogonal view to 3D perspective view and interactions with new technology platforms (Augmented Reality and Building Model Information - BIM). In the AEC one of the main problems are the incompatibilities or interferences, classified in three types: hard clash, soft clash and 4D clash and the choice of colors of representation. In this context, this research addresses the improvement of visualization to identify interferences in complementary civil projects by changing the standard colors of NBR-6493 (1994) for a cognitive approach using CAD, BIM and RA technologies. Questionnaires and interviews with architects and engineers in perceptions tests were performed in the compatibilization of projects and the results indicates that changes in the color pattern associated with the perspective view improves the number of hits and the response time in relation to those according to ABNT.*

**Keywords:** Complementary Projects, CAD-BIM-RA, NBR, Visual Cognition

## 1 INTRODUÇÃO

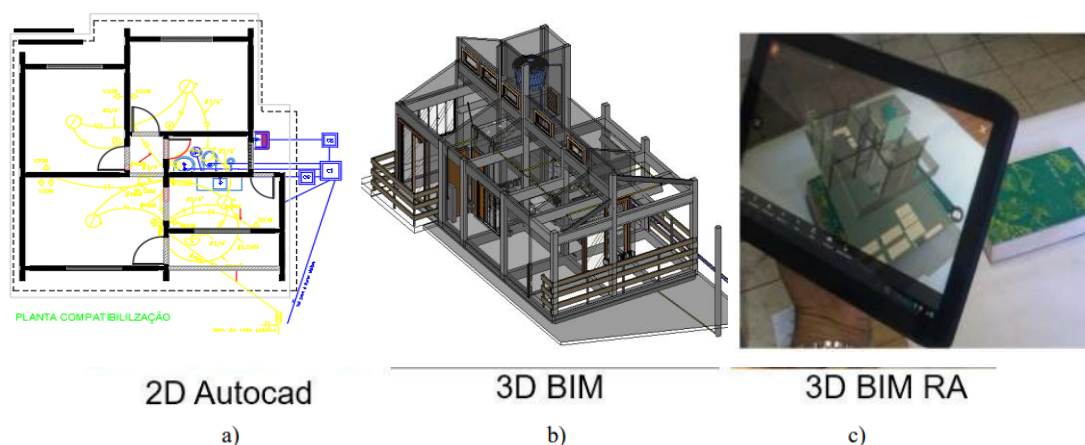
O desenvolvimento de representação gráfica tem o intuito de tornar o desenho o mais próximo do imaginado e evitar erros de projeto e construção. É comum verificar altas taxas de retrabalhos nos canteiros de obra, devido à problemas de compreensão e interpretação de projeto, erros na identificação e análise de interferências ou ainda à negligência em canteiros de obras.

As etapas iniciais de do ciclo de vida de uma obra são os que tem maior impacto no custo total. Autores como Hammarlund e Josephson (1992) e Maciel et al. (2014) concordam que o custo acumulado de construção cresce à medida que erros de interpretação e compatibilização de projetos aumenta. Esses erros são devido a diversos fatores que vão desde o treinamento do pessoal de obras à falta de comunicação da equipe de projetos. Para a questão de compatibilidade de projetos uma das questões mais relevantes está na legibilidade. Isso é crucial para o correto entendimento do projeto e a identificação de eventuais interferências. De acordo com Gijezen et al. (2010), as interferências podem ser do tipo Hard Clash, quando dois objetos ocupam o mesmo espaço físico, Soft Clash ocorre em elementos que demandam certa tolerância espacial livre para seu funcionamento como um raio específico ou de área próxima e ainda o 4D Clash que são conflitos detectados no impedimento parcial ou total de atividades ao longo do tempo.

Uma das questões relacionadas à leitura de projetos é a cognição visual. Essa passa por uma série de passos que seguem desde a filtragem da informação por meio da seleção visual e fechamento de figuras (Quesnot e Roche, 2014, MacEachren, 1995), até o raciocínio espacial (Wan et al, 2007). Um ponto a se destacar está na aproximação dos tons de cor utilizados na representação de forma a ser mais próxima do que é comumente associado, como por exemplo, concreto cinza, água azul, vegetação verde, entre outros. Então, visando uma contribuição para o processo de leitura de projetos complementares civis em ambientes virtuais 2D e 3D (CAD2D, BIM3D e realidade aumentada), esta pesquisa avaliou a eficácia da visualização de interferências diretas (hard clash) em projetos civis (arquitetônicos, hidrossanitários e elétricos) com alterações na variável tom de cor definida pela NBR-6493(1994) para uma abordagem cognitiva com a variação dos tons próximos aos utilizados em cartografia temática.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa analisou os aspectos da visualização de projetos da AEC com usuários especialistas focando na verificação de incompatibilidades propositalmente inseridas em um projeto de uma residência de 60 m<sup>2</sup> em ambiente virtual 2D e 3D não imersivo. Os três ambientes foram 2D CAD, 3D BIM e 3D BIM RA (figura 1).



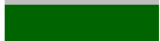



**Figura 1 – Ambientes computacionais de teste**

Fonte: Autor



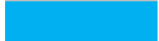

Em cada ambiente computacional, considerou-se a análise de feições nos tons de cor padronizados pela NBR-6493(1994) (tabela 1) e uma abordagem cognitiva quanto a dissociação de cores em na cartografia temática (tabela 2). Desse modo, além da mudança de plataforma foi alterada variável visual tom de cor para manutenção de orientação do usuário e localização de feições.

**Tabela 1 – Padrão de cores para utilização segundo a NBR-6493 e NBR- 6118**

COR	Nome cor	Tubulação ou projeto	Munsell	RGB
	Preto	Arquitetônico	Munsell N1	5.5.10
	Cinza claro	Estrutural	Munsell N 9.5	210.210.210
	Verde emblema	Água (exceto incêndio)	Munsell 2 5 G 1/4	6,35,17
	Cinza escuro	Painéis e dutos elétricos	Munsell N 3.5	125.122.125

Fonte: NBR-6493, Adaptada

**Tabela 2 – Proposta de padrão de cores para utilização em projetos.**

COR	Nome cor	Tubulação ou projeto	Munsell	RGB
	Preto	Arquitetônico	N1	5.5.10
	Cinza claro	Estrutural	5.0R.500/0	210.210.210
	Azul	Água (exceto incêndio)	7.5 400/16	41.101.171
	Amarelo	Painéis e dutos elétricos	10Y 9.00/12.00	240,233,15

Fonte: Autor 2018

Os métodos de avaliação baseiam-se na abordagem UCD (*user centered design*) que, combinando questionários e a coleta de dados qualitativos e quantitativos, permitiram avaliar estatisticamente a relevância da média do grupo amostral. Nesta pesquisa a identificação de interferências com as plataformas e as cores da representação foram correlacionadas às variáveis dependentes tom de cor e interface.

Os questionários foram anônimos e buscaram a caracterização da amostra em termos de habilidade com tarefa de compatibilização de projetos. Os testes com os projetos foram randômicos e não sequenciais, de modo que nem todos os voluntários recebiam as mesmas tarefas. Foram informados ainda sobre a satisfação e as considerações sobre a interface, esta análise complementar objetiva entender o processo de tomada de decisão realizada em pontos específicos da interação com as plataformas durante os testes. A amostra foi determinada a partir da população de engenheiros e arquitetos no Brasil, cerca de 900.000 mil (CAU, 2016 e CREA, 2014), utilizando uma margem de erro, de 18%, levando em consideração a viabilidade da quantidade de entrevistas, e o grau de confiança de 95%. Uma análise de variância (ANOVA) foi executada para a matriz experimental para confirmar a significância dos efeitos.

### 3 RESULTADOS

Nas 3 plataformas testadas o padrão de cores cognitivo (COG) foi significativamente maior nas visualizações em 3D (BIM e RA). Os resultados

mostraram uma média de sucesso de 71,1% para a visualização em BIM, seguido por 68,8% em RA e 42,2% para CAD 2D. Essa alteração do padrão de cores não apresentou diferenças no CAD 2D; no entanto, vistas tridimensionais mostraram diferença significativa em relação ao BIM ( $p = 0,008054$ ) e RA ( $p = 0,002554$ ), sugerindo que essas visões são mais eficientes na identificação de interferências. A realidade aumentada apresentou bons resultados para visualização com aspectos positivos relatados pelos participantes e eficácia comprovada estatisticamente. No entanto, esta interface é instável e de difícil manuseio. Para 86,6% dos participantes, esta interface tem interações difíceis e até desconhecidas.

Entre os voluntários que realizaram a compatibilidade em plataformas bidimensionais foram percebidos fatores como fragmentação na percepção de feições, ambiguidade, erros de simbolismo ou omissões na identificação. No entanto, as representações com alteração no padrão de cor apresentaram respostas de qualidade significativamente superior em todas as situações de teste.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio recebido através do projeto Universal 01/2016, projeto 408425/2016-4.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-6023**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_. CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA – CREA. 2018.

\_\_\_\_. CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO – CAU. 2016.

GIJEZEN, S., Hartmann, T., Veenvliet, K.Th., Hendriks, H., and Buursema, N. Organizing 3D Building Information Models with the help of Work Breakdown Structures to improve the Clash Detection Process. **Final Report**. Univ. of Twente, The Netherlands. 2010. 30 pp. Disponível em: <[http://essay.utwente.nl/59401/1/scriptie\\_S\\_Gijzen.pdf](http://essay.utwente.nl/59401/1/scriptie_S_Gijzen.pdf)>. Acesso em: 31 Ago 2017.

HAMMARLUND F., e JOSEPHSON, P.E. Qualidade; cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M.C. Fernandes Hachich. **Téchne**, n.1, p.32-4, nov./dez. 1992. IPT. São Paulo/SP, 2003.

MACEACHREN, A. M. **How maps work**. The Guilford Press, New York, NY, USA, 1995

MACIEL, M.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, D. D. G. Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por escritórios de projetos de cidades do nordeste do Brasil. v. 1, p. 2832-2841, 2014. ISSN 21788960

QUESNOT, T., ROCHE, S. Measure of Landmark Semantic Saliency through Geosocial Data Streams. **ISPRS International Journal of Geographic Information**. 2014. 1-31. DOI: 10.3390/ijgi4010001.

WAN G., J. GAO, W. DONG, and Y. LIU. 2007. Cognitive Map Formation In Map Space Cognition. Disponível em: <[http://icaci.org/files/documents/ICC\\_proceedings/ICC2007/](http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2007/)>. Acesso em: 12 fev 2016.