XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
VIII ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
Do conhecimento à ação: práticas avançadas de gestão da produção
Londrina, Paraná, Brasil. 23 a 25 de Outubro de 2019

TIC'S NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DA INDÚSTRIA DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO.

CASSILHA, Simone do Amaral (1); IAROZINSKI NETO, Alfredo (2)

(1) PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ, (41) 99660.9892, SIMONE.CASSILHA@GMAIL.COM (2) UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, ALFREDO.IAROZINSKI@GMAIL.COM

ABSTRACT

AEC projects are complex because involve numerous professionals and produce hundreds related documents in their process, and it can be improved. This work presents a diagnosis based on the empirical study of variables that collaborate for innovation in the development of projects and those related to the use of tools and processes defined from the design stages developed by FIEP and FIRJAN. In this research, data were collected from 114 companies from AEC industry designers located in the city of Curitiba / PR and metropolitan region. Through a Survey of the 15 established variables, the data were analyzed through multivariate statistical techniques. Grouped in three different business segments show that the industry is characterized by the incipient use of available technologies with a small impact on project development.

Keywords: *construction industry; designing process; project management; information technology.*

1 CONTEXTO

A indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) compreende diversas atividades, incluindo planejamento, projeto, execução, manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos. Esta indústria é formada por cadeias produtivas heterogêneas, interligadas por um vasto portfólio de produtos e processos tecnológicos (SENAI, 2011).

A fase do projeto é estratégica na inovação pelas escolhas de materiais e interfaces com o sistema construtivo (Fabrício, 2002). Para que se tenham melhorias no planejamento e gerenciamento, desde a concepção ao desenvolvimento e compartilhamento de informações (FERREIRA, 2007), assim como na organização de documentos e treinamento de pessoas (SALGADO, 2012), se faz necessária a utilização de recursos visando a obtenção de produtos com qualidade. Tais processos apresentam atualmente características de "caos" e improvisação (KOSKELA et al., 2015) considerando a diversidade de categorias profissionais que intervêm no processo, com forte divisão de tarefas e responsabilidades (MELHADO et al., 2006).

Nesta prática multidisciplinar Fabricio (2001) enfoca as diferenças de formação dos profissionais, enquanto Manzione (2013) cita a compreensão geral do processo e as relações de interdependência. Souza et al. (2008) destacam a falta de planejamento estratégico; Ruschel (2013) evidencia o potencial de melhoria no processo de projeto; e

CASSILHA, S.A.; IAROZINSKI NETO, A. TIC's no desenvolvimento de projetos da indústria de arquitetura, engenharia e construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/420

Scheer (2007) relata que a utilização de softwares BIM (Building Information Modeling) vem aumentando em escritórios de arquitetura.

É fundamental a utilização de ferramentas de suporte denominadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), na sistematização e compartilhamento de dados e informações. A absorção das TIC's nesta indústria tem sido mais lenta e menor do que se esperava (FORMOSO, 2002). Nesta pesquisa são analisadas a gestão e a utilização de TIC's pelos diversos atores envolvidos no processo de projeto.

2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A base metodológica utilizada na pesquisa é o *survey*, aliado à posterior análise estatística, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Estratégia metodológica



Fonte: AUTORES (2019)

A definição dos elementos de pesquisa chamados de variáveis, foram referenciados tendo como base dois projetos: o primeiro realizado pelo SENAI (2011), com informações sobre tecnologias possíveis de influenciar a inovação dentro da indústria; o segundo desenvolvido pela FIRJAN (2013), com tendências tecnológicas para a competitividade da indústria. As variáveis foram então separadas em subgrupos, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Constructos e variáveis relacionadas à pesquisa

GRUPO	VARIÁVEL
Representação gráfica	- **CAD 2D** (Datacad, Projecad, etc) - **CAD 3D** (Sketchup, 3DMax, etc)
Projeto integrado	- **BIM** - *Building Information Modeling* - **CAD 4D** - **Projetos multidisciplinares** - **Integração de Softwares**
Ferramenta de organização	- **Planilha eletrônica** (Excel, Calc, etc)
Desenvolvimento técnico de projeto	- **Gerenciamento de documentação** - **Simulação de desempenho das edificações**
Análise de parâmetros de projeto	- **Indicadores de desempenho**
Gestão da elaboração do projeto	- **Gestão de projetos** (MS Project, Planner, etc)
Ferramentas de apoio ao projeto	- **Realidade Virtual**
Execução da obra	- **Reciclagem e reuso de materiais e resíduos**
Ambiente construído	- **Redução de consumo e reuso de água**
Qualidade de vida	- **Avaliação do desempenho do ciclo de vida da construção**

Fonte: AUTORES (2019)

A pesquisa buscou diagnosticar características de empresas do setor AEC localizadas em Curitiba e região, no Estado do Paraná, com atividade nos subsetores de projetos de arquitetura, engenharia, construção e incorporação de empreendimentos.

A coleta de dados utilizou questionário dividido em duas partes: a primeira com identificação do perfil da organização; a segunda investigando a utilização de TIC's por meio de escala de intensidade variando desde processo/tecnologia inexistente (1), até processo/tecnologia altamente desenvolvido (7), conforme Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de escala de intensidade

1	2	3	4	5	6	7
Processo inexistente	Processo minimamente desenvolvido (ou em implantação)	Processo pouco desenvolvido (ou utilizado parcialmente)	Processo desenvolvido (implantado e funcionando)	Processo bem Desenvolvido (implantado e funcionando plenamente)	Processo muito Desenvolvido (funcionando plenamente e estabilizado)	Processo altamente Desenvolvido (plenamente utilizado com aperfeiçoamentos constantes)

Fonte: AUTORES (2019)

A coleta dos dados ocorreu entre outubro de 2014 e dezembro de 2015, totalizando 114 questionários validados para análise, os quais foram agrupados através do ramo de atuação das organizações, possibilitando comparação entre agrupamentos de empresas.

Como ferramenta de análise os dados foram organizados em planilha eletrônica e, com o apoio do software SPSS (Statistical Package for the Social Science), foi possível a realização da análise descritiva por meio de técnicas de estatística multivariada.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

As respostas obtidas evidenciaram que as empresas apresentam baixo nível de utilização das ferramentas disponíveis. Para aprofundamento nesses dados foi realizado ranqueamento por meio de somatório dos valores apresentados nas respostas, considerando os valores 1 como negativos (as empresas não possuíam aquela variável em seus processos) e os demais valores de 2 a 7 como respostas positivas (as empresas possuíam em seus processos aquelas ferramentas, mesmo que pouco utilizadas).

3.1 Resultados para a totalidade das empresas consultadas

A primeira classificação aqui apresentada demonstra o somatório das porcentagens das respostas, representando o setor AEC dentro do universo pesquisado. Desta forma está organizada a Tabela 1: as variáveis com maior frequência de uso são apresentadas na cor verde, e as com menor utilização são apresentadas na cor vermelho. A cor amarela representa o equilíbrio (respostas tendendo a 50% dos casos).

As variáveis com maior frequência de uso envolvem ferramentas com pouco grau de inovação como planilha eletrônica, CAD 2D e 3D, mas também outras com maior grau de interação: aspectos de melhoria na gestão, no ambiente construído e no ciclo de vida da edificação.

Tabela 1- Classificação das variáveis conforme totalidade das empresas

VARIÁVEL	TOTAL RESPOSTAS	
	NÃO	SIM
Planilha eletrônica	8%	92%
CAD 2D	10%	90%
CAD 3D	20%	80%
Projetos multi-disciplinares	30%	70%
Reuso de materiais	30%	70%
Reuso de água	31%	69%
Integração de softwares	33%	67%
Gestão de projetos	36%	64%
Indicadores de desempenho	47%	53%
Avaliação do desempenho	47%	53%
CAD 4D	81%	19%
Simulação Desempenho	70%	30%
BIM	67%	33%
Gerenciamento de documentação	61%	39%
Realidade Virtual	59%	41%

Fonte: AUTORES (2019)

A relevante utilização de software 2D corrobora a afirmação de Nunes (1997) de que a utilização dos sistemas CAD é um caminho sem volta, considerando o elevado número de projetistas dependente de tal tecnologia. Referente ao CAD 3D Ferreira (2007) afirma que esta representação prevê apenas a associação entre modelos, não apontando para o desenvolvimento integrado dos projetos. Da mesma forma se encontra a planilha eletrônica pois sua utilização se baseia na simples organização de dados, não se enquadrando na inserção de inovação no setor.

Para as variáveis que indicam aspectos de interação na gestão, Fabrício (2002) cita que são de grande relevância soluções multidisciplinares na coordenação dos projetos, porém ainda há conflitos de interesses dentro da própria indústria o que torna a padronização da tecnologia difícil de ser alcançada (BRITO, 2001).

Para as ferramentas com aspectos relativos ao ambiente construído e ao ciclo de vida da edificação, Angulo et al. (2002) dizem que a reciclagem de resíduos ainda não representa mais do que 20% de participação no mercado. Quanto ao reuso de água, apesar de municípios já exigirem em suas legislações este aspecto em novas edificações, muitas políticas são inconsistentes e apresentam riscos associados à incorreta utilização do recurso (MAY, 2004).

Já as variáveis em utilização pela menor parte das empresas são ferramentas e tecnologias com alto grau de inovação, que representam integração durante o desenvolvimento dos projetos, como: CAD 4D, simulação de desempenho da edificação, BIM, softwares de gerenciamento de documentação e realidade virtual. Para a ferramenta CAD 4D, Eastman et al. (2011) afirmam que estes modelos proporcionam informações relevantes e sua apropriação seria importante para que inovações fossem percebidas no setor, aproximando projeto e execução.

Com relação à utilização da simulação de desempenho, a ferramenta está ligada à satisfação dos clientes. Borges e Sabbatini (2008) relatam que os anseios dos usuários, transformados em partido projetual facilitam o satisfatório resultado final da edificação. Já para o emprego da ferramenta BIM ainda pequeno no setor, Ruschel (2013) observa que o estágio de desconhecimento de BIM no Brasil já foi superado e as empresas estão incluindo-o em seus processos.

As porcentagens que apontam para a divisão homogênea (cor amarelo) são ferramentas que poderiam envolver melhorias no processo, como o caso da avaliação do desempenho do ciclo de vida da edificação no momento das decisões de projetos, onde grande parte das ações de otimização de recursos poderia ser identificada (DEGANI, 2002).

3.2 Resultados para os agrupamentos de empresas

A classificação exposta anteriormente foi desmembrada nos subsetores de empresas, como apresentado na Tabela 2. Estes novos valores podem demonstrar especificidades dentro dos grupos organizacionais, visto que cada projeto possui uma maneira distinta de desenvolvimento.

No caso dos resultados anteriores com maior aderência à utilização, o valor obtido para cada subsetor separadamente apresentou o mesmo resultado para as variáveis: CAD 2D e 3D. Já outras apresentam comportamentos diferentes, como são os casos de projetos multidisciplinares, reuso de materiais, reuso de água e integração de softwares. A última variável com grande frequência de utilização para a totalidade das empresas - softwares

de gestão de projetos - possui baixa aderência pelo subsetor de projetistas de arquitetura, com apenas 35% dos casos indicando o emprego da ferramenta.

Para as variáveis com menor utilização pela totalidade das empresas analisadas, a única que apresentou o mesmo comportamento para a divisão em subsetores foi o CAD 4D. Dentre as demais variáveis, a simulação de desempenho da edificação, BIM e realidade virtual têm os resultados apontando para metade dos profissionais com utilização para o subsetor de projetistas de arquitetura.

Com relação à ferramenta BIM, Paula (2016) discorre que as empresas reconhecem dificuldades para sua implementação como: necessidade de definir estratégias de implantação com objetivos e metas; e definir a relação do BIM com aspectos gerenciais da empresa.

No caso dos softwares de gerenciamento de documentação, os projetistas de engenharia e construtoras/incorporadoras apresentam resultados para aproximadamente 50% dos profissionais utilizando a ferramenta.

O apontamento nos resultados totais para a divisão homogênea (cerca de 50%) manteve o mesmo comportamento no desmembramento das empresas para a variável avaliação de desempenho do ciclo de vida da construção. Já para indicadores de desempenho de projeto a divisão foi: tendendo a homogênea para o subsetor construtoras/incorporadoras, baixa utilização (38%) para projetistas de arquitetura, e uso relevante (62%) para projetistas de engenharia.

Tabela 2- Classificação das variáveis conforme tipo de empresa

VARIÁVEL	TIPO DE EMPRESA					
	CONSTRUTORAS		ARQUITETURA		ENGENHARIA	
	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Planilha eletrônica	7%	93%	8%	92%	8%	92%
CAD 2D	11%	89%	0%	100%	18%	82%
CAD 3D	26%	74%	6%	94%	28%	72%
Projetos multi-disciplinares	30%	70%	21%	79%	41%	59%
Reuso de materiais	26%	74%	19%	81%	46%	54%
Reuso de água	33%	67%	10%	90%	49%	51%
Integração de softwares	19%	81%	31%	69%	49%	51%
Gestão de projetos	19%	81%	65%	35%	26%	74%
Indicadores de desempenho	41%	59%	63%	38%	38%	62%
Avaliação do desempenho	44%	56%	42%	58%	54%	46%
CAD 4D	81%	19%	83%	17%	77%	23%
Simulação Desempenho	78%	22%	52%	48%	79%	21%
BIM	74%	26%	56%	44%	72%	28%
Gerenciamento de documentação	56%	44%	73%	27%	54%	46%
Realidade Virtual	70%	30%	44%	56%	64%	36%

Fonte: AUTORES (2019)

Os valores obtidos confirmam que as empresas projetistas de AEC ainda não inseriram em seus processos ferramentas de apoio com grau de inovação satisfatório. Evidente também é o fato de que empresas de arquitetura não possuem utilização relevante de ferramentas para gestão, o que auxilia na manutenção da incerteza relacionada a prazos, além de projetos incompletos sendo encaminhados para a etapa de execução da obra.

Há de se relatar, todavia, a importância da presença de ferramentas de inovação relativas a materiais, conforto ambiental, e conforto no ambiente construído, principalmente para os projetistas de arquitetura, já que são estes os profissionais que inserem estes aspectos como partido projetual, no início do projeto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando os processos e o gerenciamento dos projetos a partir do uso de TIC's aplicadas ao ciclo produtivo na AEC percebe-se relevante utilização de ferramentas, porém este processo ainda se apoia em ferramentas desatualizadas no tangente à inovação. Na análise correspondente à gestão de projetos tornou-se evidente a heterogeneidade nos processos. No ramo de arquitetura a maior parte do universo pesquisado não utiliza softwares de gestão, demonstrando o atraso destas empresas em relação a este conceito. Já os projetistas de engenharia possuem certo nível de utilização da ferramenta, apesar de ainda pequeno.

Fica claro que as empresas ainda não utilizam todo o potencial das ferramentas existentes, restando saber qual o fator de definição para a introdução destes novos instrumentos de apoio. O uso incipiente das ferramentas demostra um espaço importante para ser ocupado na introdução de tecnologias no setor.

É interessante lembrar, como relatado por Paula (2016), que a atividade de projetar é complexa e que os projetistas carregam grande responsabilidade quando observamos o tempo que uma edificação permanece em seu local e a quantidade de pessoas que tem contato desde a construção até a sua utilização.

Para permanecer competitiva e obter bons resultados, as empresas e profissionais devem buscar a atualização em relação às ferramentas e tecnologias disponíveis, acompanhando o andamento do setor cada vez mais globalizado.

REFERÊNCIAS

ANGULO, Sérgio Cirelli et al. Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD. **Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2002a. São Paulo. Proceedings. São Paulo: IBRACON/IPEN**, p. 293-307, 2002.

BORGES, Carlos A. de Moraes; SABBATINI, Fernando H. **O Conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, 2008.

BRITO, L. A. et al. Utilização de Entulho de Construção Civil como Agregado Graúdo para a Confecção de novos Concretos. **Anais do IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil: Materiais Reciclados e suas Aplicações, São Paulo**, p. 203-214, 2001.

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. **São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo**, 2002.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. **Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios.** Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. EESC – USP. São Carlos, 2001.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** Tese (doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FERREIRA, Rita Cristina. **Uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FIRJAN. Relatório Técnico Estudo de Tendências Tecnológicas na Indústria da Construção Civil no Segmento de Edificações – Rio de Janeiro: FIRJAN/RJ, 2013.

FORMOSO, Carlos Torres. Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de tecnologia do ambiente construído com ênfase na construção habitacional. **Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2002.

KOSKELA, L. DAVE, B., KUBLER, S., PIKAS, E., HOLMSTRÖM, J., SINGH, V., FRÄMLING, K. **Intelligent Products: Shifting the Production Control Logic in Construction (With Lean and BIM)**. Proceedings of the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Perth. Austrália, 2015.

MANZIONE, Leonardo; MELHADO, Silvio Burrattino. Why is design delivery always behind schedule? A critical review of the design planning techniques adopted for real estate projects in São Paulo-Brazil.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MELHADO, Silvio Burrattino. Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios. São Paulo, v. 235, 2006

PAULA, Nathália de. **A gestão de empresas de projeto e a sustentabilidade ambiental de edificações**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.3.2016.tde-01072016-113416. Acesso em: 2017-10-13

RUSCHEL, Regina Coeli; DE ANDRADE, Max Lira Veras Xavier; DE MORAIS, Marcelo. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. **CEP**, v. 13083, p. 852, 2013.

SALGADO, Mônica Santos; CHATELET, Alain; FERNANDEZ, Pierre. Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. Ambiente Construído, v. 12, n. 4, p. 81-99, 2012.

SAMARTINI, A. L. S. Comparação Entre Métodos de Mensuração da Importância de Atributos em Produtos e Serviços. São Paulo: GV Pesquisa, 2006.

SCHEER, S.; ITO, A. L. Y.; AYRES Filho, C.; AZUMA, F. e BEBER, M. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura.** In: Anais do VII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Curitiba, 2007.

SENAI. Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense: Roadmapping da Construção Civil 2020 – Curitiba: SENAI/PR, 2011.

SOUZA, Flavia R.; MELHADO, Silvio Burratino. A importância do sistema de informação para a gestão das empresas de projeto. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 121-139, 2008.