

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA E URBANISMO



COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL EM HABITAÇÕES COMPACTAS

MARÍLIA CAVALCANTI BERNARDO

João Pessoa – PB
2017

Marília Cavalcanti Bernardo

COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL EM HABITAÇÕES COMPACTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Linha de Pesquisa: Projeto do edifício e da cidade.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Alejandro Nome – PPGAU/UFPB.

João Pessoa – PB

2017

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B523c Bernardo, Marília Cavalcanti.
Compatibilização projetual em habitações compactas /
Marília Cavalcanti Bernardo. - João Pessoa, 2019.
128 f. : il.

Orientação: Carlos Alejandro Nome.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Compatibilização de projetos. 2. Solar Decathlon. 3.
Casa Nordeste. I. Nome, Carlos Alejandro. II. Título.

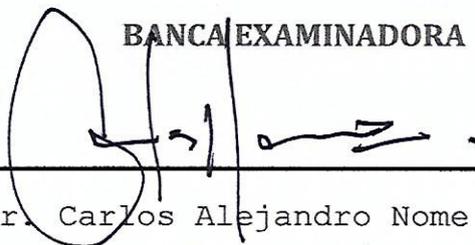
UFPB/BC

Marília Cavalcanti Bernardo

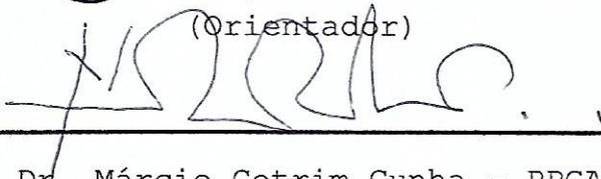
COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL EM HABITAÇÕES COMPACTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

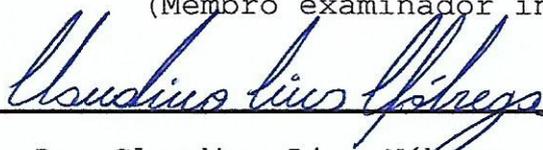
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alejandro Nome - PPGAU/UEPB
(Orientador)



Prof. Dr. Márcio Cotrim Cunha - PPGAU/UEPB
(Membro examinador interno)



Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior - DECA/UEPB
(Membro examinador externo)

31 de janeiro de 2017

Aos que estiveram sempre ao meu lado,
minha mãe, meu esposo, Edinaldo e meus
irmãos, Cecília e Fred.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por me dar forças e energia para seguir nessa jornada.

À minha mãe por me dar exemplo de vida e constante apoio.

Ao meu esposo, Edinaldo, por me acompanhar em todos os momentos dessa caminhada e sempre me apoiar e incentivar a dar o melhor de mim.

Aos meus irmãos, Fred e Cecília, por serem meu porto seguro e me incentivarem sempre.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alejandro Nome, por ter tanto esmero com essa pesquisa e ser exemplo de pesquisador.

Aos Prof. Dr. Marcio Cotrim e Prof. Dr. Claudino Lins por me auxiliarem nesse percurso.

A Sinval, secretário do PPGAU por tanta dedicação e atenção a ajudar todos os alunos sempre que preciso.

Aos meus amigos que fiz no PPGAU, Sidney Jr., Mirella Barbosa, Rafael Guerrero, Maiara Dutra, Jéssica Lucena, Eduarda Soares, Ezio Stuke e tanto outros que conheci ao longo desses dois anos e de alguma forma foram exemplo e auxílio durante essa pesquisa.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo reunir recomendações metodológicas e técnicas de compatibilização de projetos a fim de auxiliar o desenvolvimento da Casa Nordeste. Projeto este que vem sendo desenvolvido por alunos do Laboratório de Modelagem + Prototipagem (LM+P) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) sob a orientação de professores para que possam competir no Solar Decathlon. Dessa forma, para alcançar esse objetivo, foi utilizado como estudo de caso as casas competidoras do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015 (SDLAC15). A compatibilização é uma etapa importante e de grande impacto para o desenvolvimento projetual, pois é onde todas as disciplinas envolvidas em um projeto entram em conformidade e se adequam umas às outras. Para isso, foram realizadas entrevistas *in loco* com os participantes das mesmas, observações *in loco* semiestruturadas e registro fotográfico. Sendo possível após a análise dos dados alcançar recomendações de compatibilização para Casa Nordeste, bem como observar a importância do ensino da compatibilização projetual no curso de Arquitetura e Urbanismo.

Palavras chave: Compatibilização de projetos; Solar Decathlon; Casa Nordeste.

ABSTRACT

This research seeks to gather information on compatibilization method and techniques used in the Solar Decathlon competition in order to assist in the development of Casa Nordeste. This prototype is being developed by students of the Modeling + Prototyping Laboratory (LM+P) of the Federal University of Paraíba (UFPB) under faculty mentorship so that they can compete in Solar Decathlon. Thus, the research consists of a case study on the presented prototypes at the Solar Decathlon Latin-America and Caribbean 2015. Systems compatibility is an important step and of great impact for architectural design development, it is where all the disciplines involved in a project come into compliance and fit together. Semi-structured interviews were carried out with team members, semi-structured observations and photographic record were also conducted. Making it possible after the data analysis to achieve the proposed objectives. This allowed us to observe the importance of teaching of the compatibilization methods and techniques as part of the Architecture and Urbanism curriculum.

Keywords: Compatibilization of projects; Solar Decathlon; Casa Nordeste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de desenvolvimento da pesquisa.....	222
Figura 2 - Tempo total pas as atividades genéricas nos dois métodos.....	31
Figura 3 - Estágios de evolução dos sistemas cad.....	355
Figura 4 - Modelo da ficha de observação.....	46
Figura 5 - Processo de escolha de uma unidade constante de análise.....	47
Figura 6 - Processo de codificação qualitativa.....	48
Figura 7 - Redução dos códigos através do processo completo de codificação.....	48
Figura 8 - Análise em primeiro nível feita no excel.....	520
Figura 9 - Criação de categorias e seus memos.....	520
Figura 10 - Codificação em segundo nível feita no Excel....	521
Figura 11 - Protótipo Más Huerto + Casa.....	522
Figura 12 - Protótipo Habitec Team.....	533
Figura 13 - Protótipo Pei.....	533
Figura 14 - Hierarquização de funções.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais recursos disponíveis nas "extranets" de projetos levantadas a partir de revisão bibliográfica definida por Mikaldo Jr. (2006).....	333
Tabela 2 - Sistematização dos temas do levantamento bibliográfico.....	38
Tabela 3 - Equipes participantes do SDLAC15.....	544
Tabela 4 - Softwares utilizados pelas equipes participantes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015 para o desenvolvimento dos projetos.....	600
Tabela 5 - Processos de desenvolvimento projetuais utilizados pelas equipes participantes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.....	66
Tabela 6 - Tipos de compatibilização utilizadas pelas equipes participantes do SDLAC15.....	711
Tabela 7 - Soluções de compatibilização utilizadas pelas equipes participantes do SDLAC15.....	733
Tabela 8 - Soluções para eficiência projetual utilizadas pelas equipes participantes do sdlac15.....	78
Tabela 9 - Soluções para evitar o desperdício de materiais utilizadas pelas equipes participantes do sdlac15.....	811
Tabela 10 - Soluções adotadas pelas equipes do SDLAC15 para o controle de qualidade.....	85

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AEC	- Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM	- Building Information Modeling
CAD	- Computer Aided Design
CII	- Construction Industry Institute
LM+P	- Laboratório de Modelagem + Prototipagem
NBR	- Norma Brasileira
SINDUSCON	- Sindicato da Industria da Construção Civil
SDLAC15	- Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 APRESENTAÇÃO.....	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO: A Compatibilização Projetual.....	24
2.1 DEFINIÇÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	26
2.2. POR QUE COMPATIBILIZAR?	27
2.3 COMPATIBILIZAÇÃO x GERÊNCIA DE PROJETOS x COORDENAÇÃO DE PROJETOS	29
2.4 FERRAMENTAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	30
2.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	37
3. INSTRUMENTO DE COLETA	42
3.1 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	42
3.2 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA.....	43
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	46
4. RESULTADOS	52
4.1 SOFTWARES UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO PROJETUAL...56	
4.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO PROJETUAL	61
4.3 COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL	67
4.4 EFICÁCIA PROJETUAL.....	74
4.5 DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	79

4.6	CONTROLE DE QUALIDADE.....	82
4.7	INCOMPATIBILIDADES.....	86
5.	DISCUSSÃO.....	89
5.1	SOFTWARES UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO PROJETUAL.....	89
5.2	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO PROJETUAL	90
5.3	COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL	90
5.4	EFICÁCIA PROJETUAL.....	92
5.5	DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	93
5.6	CONTROLE DE QUALIDADE.....	93
5.7	INCOMPATIBILIDADES.....	94
6.	CONCLUSÃO	95
7.	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICE A – Fotos das casas participantes do SDLAC15 retiradas pela autora.....	I
	APÊNDICE B – Ficha de apoio para observação in loco	XVI
	APÊNDICE C – Roteiro de entrevistas.....	XXII
	APÊNDICE D – Termo de consentimento livre e esclarecido	XXVI

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento de um projeto de edifício envolve várias etapas com peculiaridades individuais que se relacionam com diferentes fatores, essas etapas são todas voltadas para um único objetivo: a execução da edificação. Para Coelho e Novaes (2008), na construção civil, as fases necessárias para o planejamento e a construção de um empreendimento envolvem profissionais de áreas distintas com um objetivo comum.

O mesmo acontece na competição Solar Decathlon, onde as equipes possuem de oito (equipe Heliomet) a 48 participantes (equipe Pei) de diversas áreas em busca de um único objetivo: projetar e construir a casa mais eficiente energeticamente possível. Em um único projeto estão envolvidas várias disciplinas como: arquitetura, engenharia mecânica, engenharia estrutural, sistemas elétricos, sistemas hidrossanitários, conforto térmico e lumínico, captação e reutilização de águas, captação de energia solar, prevenção contra incêndio, etc.... Todos esses projetos complementares devem se adequar à uma planilha orçamentária e a um cronograma de desenvolvimento e execução.

A competição Solar Decathlon envolve um grande número de disciplinas, acarretando na necessidade de uma etapa de compatibilização bem executada. Tendo em vista que grande parte dos problemas relacionados à falta de qualidade em edificações se deve ao mau planejamento e desenvolvimento projetual.

Melhado (1994) considera que o projeto é uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, que é responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução. Dessa maneira, para a obtenção da qualidade, é preciso que seja valorizada a etapa de projeto, pois segundo o Construction Industry Institute – CII (*apud* Melhado, 2005) são nestas primeiras fases que as decisões tomadas têm a maior capacidade de influenciar o custo final

"Para obter-se sucesso em um empreendimento, o projeto não pode ser resumido à caracterização geométrica no papel da obra a ser construída. O projeto deve conceber, além do produto, o seu processo de produção; (...) deve assumir o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto". (Melhado e Violani, 1992)

Costa (2013) afirma que é essencial que na fase inicial do projeto seja dada uma maior atenção ao seu desenvolvimento, focando na otimização do processo de execução, definindo bem os objetivos finais e gerenciando as disciplinas buscando evitar erros. Para ele, essa capacidade de prever e eliminar erros é alcançada através da compatibilização de projetos, que melhora a qualidade e aumenta a racionalização da obra, buscando transmitir no produto final aspecto de eficiência e controle.

Segundo Maciel e Melhado (1996) os erros originados na etapa de confecção do projeto são responsáveis por 60% das patologias na construção. Grande parte desses erros é decorrente da incompatibilidade entre as disciplinas de projeto. Como foi dito anteriormente, quando a etapa de compatibilização é bem executada, é possível prever falhas na execução do projeto e evitar retrabalho de projetos complementares, chegando a um resultado satisfatório ao fim da obra.

"A estrutura convencional de elaboração de projetos na construção civil é caracterizada pela divisão do trabalho e falta de comunicação e compatibilização entre os diversos projetos constituintes do projeto do produto/edifício." (Ulrich e Sacomano, 1999)

Dessa maneira, essa pesquisa busca reunir recomendações metodológicas e técnicas visando fundamentar e otimizar o processo de compatibilização a ser feito na Casa Nordeste. A Casa Nordeste é um projeto que vem sendo desenvolvido por professores e alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba a fim de participar do Solar Decathlon América-Latina e Caribe. Para isso, foi utilizado de análise exploratória tendo como estudo de caso os protótipos competidores do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Esta dissertação busca reunir recomendações técnicas e metodológicas de compatibilização de projetos para a equipe da Casa Nordeste, utilizando como estudo de caso as casas competidoras do Solar Decathlon América-Latina e Caribe.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que os objetivos gerais sejam alcançados, é preciso pontuar alguns objetivos específicos:

Identificar os métodos e técnicas de compatibilização utilizadas nos protótipos do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, a partir da realização de entrevistas;

Apontar como foram feitas as compatibilizações nos protótipos do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, a partir da realização de observações *in loco* e registro fotográfico.

Levantar recomendações para compatibilização de projetos em casas compactas, tendo como estudo de caso os protótipos do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

1.3 JUSTIFICATIVA

A presente dissertação propõe através de análise exploratória de estudos de casos dos protótipos do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, reunir recomendações técnicas e metodológicas utilizados nas compatibilizações dos projetos, com intuito de utilizá-las no desenvolvimento da Casa Nordeste. O Solar Decathlon é uma iniciativa do Departamento de Energia dos Estados Unidos promovida mundialmente, onde são incentivadas pesquisas acadêmicas a fim de dar visibilidade às residências energeticamente eficientes.

Sua primeira edição foi em 2002 nos Estados Unidos e vem sendo realizada nesse país a cada dois anos, a competição se popularizou e em 2010 teve sua primeira edição Europeia, onde participaram times de todo o mundo. Em 2015 foi realizada a primeira edição na América-Latina e Caribe, a competição foi sediada em Santiago de Cali, Colômbia, no período de 28 de novembro a 13 de dezembro de 2015. O Solar Decathlon é uma mistura de teoria e prática onde os projetos devem ser construídos em escala real e testados em 10 diferentes provas.

As casas devem ter entre 60 e 80 metros quadrados de área interna devendo contemplar em seu projeto disciplinas como: projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto hidrossanitário, projeto elétrico, projeto mecânico e projeto de prevenção contra incêndios. Sempre buscando inovações voltadas para amenizar o fenômeno da mudança climática através da utilização de energias renováveis e preservação de recursos naturais. As equipes competidoras também devem estar atentas à importância de poupar recursos econômicos e melhorar a situação de vida atual. Todas as disciplinas que compõem um protótipo competidor devem estar harmonizadas e compatibilizadas devido ao rigor técnico das avaliações.

A Casa Nordeste é um projeto do Laboratório de Modelos + Prototipagem (LM+P) que deverá vir a competir no Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2019. O projeto vem sendo desenvolvido por alunos de graduação e pós graduação, sob orientação de professores e pesquisadores do mesmo. Envolve além do curso de Arquitetura e Urbanismo, os cursos de Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Desenho Industrial, Engenharia Ambiental, Engenharia de Materiais e outros que se encaixam na proposta da competição.

Assim, a pesquisa se justifica quando se propõe a reunir recomendações técnicas e metodológicas de compatibilização a fim de contribuir para o desenvolvimento da Casa Nordeste, buscando as melhores soluções a serem utilizadas para tal. Além de mostrar a importância e o impacto que a compatibilização pode ter em projeto, tornando-se essencial ao aluno algum conhecimento sobre a mesma.

1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de que o estudo siga de forma coesa, para que seja compreensível o assunto nele abordado e os objetivos definidos sejam alcançados, foram selecionados alguns métodos para dar suporte a este processo. Os métodos científicos identificam como os pensamentos são ordenados no processo da pesquisa científica, ou seja, o método científico é “[...] o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicas adotadas para se atingir o conhecimento”. (Gil, 1999)

Desta forma, este estudo é classificável como uma pesquisa aplicada com a intenção de “gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos” (Silva e Menezes, 2005), onde são utilizados dados reais para soluções de problemas também reais. A pesquisa será desenvolvida de forma qualitativa onde a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados é essencial. Do ponto de vista de seus objetivos este estudo é classificável como pesquisa exploratória, visando proporcionar maior familiaridade com o problema a fim de torná-lo explícito ou a construir hipóteses através de levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado (Gil, 2002).

Quanto aos procedimentos técnicos, esse estudo pode ser classificado como misto, iniciando como pesquisa bibliográfica que para Silva & Menezes (2005) é elaborada a partir de material já existente, utilizando principalmente livros, artigos de periódicos, e material disponibilizado na internet. Sendo classificada predominantemente como pesquisa de estudo de caso que “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2002, p.54).

A pesquisa bibliográfica foi levantada a partir de livros e artigos de periódicos, onde foi possível reunir conceitos e assim elaborar o instrumento de coleta. Com o instrumento de coleta elaborado, entramos na segunda classificação dos procedimentos técnicos, o estudo de caso. Onde foram utilizados como instrumento de coleta a entrevista semiestruturada, a observação *in loco* e o levantamento fotográfico.

Os dados que foram levantados nas observações e no levantamento fotográfico serviram de suporte para os dados levantados nas entrevistas. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa como já dito anteriormente, as entrevistas foram transcritas, tabuladas e codificadas de acordo com temas levantados no levantamento bibliográfico. Veremos melhor exemplificado no tópico abaixo, onde são descritas as etapas metodológicas.

ETAPAS METODOLÓGICAS

Para a realização e conformidade desta pesquisa, foram seguidas as seguintes etapas:

1ª Etapa – Revisão bibliográfica: esta etapa abrange o levantamento bibliográfico e documental em livros, artigos, teses, dissertações e publicações em geral. Essa etapa foi constante durante todo o avanço da pesquisa. Buscando sempre fundamentar teoricamente essa pesquisa, para isso, durante a pesquisa desse material foram utilizadas palavras-chave como: “compatibilização de projetos”, “compatibilidade”, “gerência de projetos”, “coordenação de projetos” e “integração de projetos”. Também foram levantados documentos oficiais da competição Solar Decathlon, tanto da edição América-Latina e Caribe 2015 como da edição Europe 2012, a fim de compreender as regras, provas e projetos participantes.

2ª Etapa – Elaboração do instrumento de coleta: feita a fundamentação teórica, foi desenvolvido o roteiro de entrevista com base em conceitos levantados que será aplicado no Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, foi elaborado também o roteiro de observações com base na análise dos manuais das casas participantes do Solar Decathlon Europe 2012.

3ª Etapa – Estudo piloto: antes da coleta de dados, foi testado o roteiro de entrevista, a fim de fazer correções prévias e aperfeiçoar o instrumento de coleta de dados.

4ª Etapa – Coleta de dados: nesta etapa foram aplicadas entrevistas aos participantes da competição Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, buscando compreender como aconteceu a compatibilização das casas participantes. Também foi feita uma observação semiestruturada *in loco* e um registro fotográfico para embasar e/ou confrontar os dados levantados.

5ª Etapa – Análise qualitativa dos dados: primeiramente os dados levantados foram sistematizados para serem organizados, transcritos, tabulados e codificados. Depois os dados levantados foram analisados de forma qualitativa, onde segundo Creswell (2007) o pesquisador deve buscar extrair sentido dos dados de texto e imagem. Para que fosse compreendido como ocorreram as compatibilizações das casas competidoras do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

6ª Etapa – Discussão dos resultados: foram discutidos os resultados de acordo com o que foi coletado no SDLAC15 buscando contextualizar com as necessidades para o desenvolvimento da Casa Nordeste.

Figura 1 - Diagrama de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Próprio autor

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação é composta por sete capítulos: Introdução, Referencial Teórico, Instrumento de Coleta, Análises, Discussão, Conclusão e Referências. Nos Apêndices, encontramos as fotografias das casas competidoras, os roteiros de entrevista, as fichas de observação e o termo de consentimento livre e esclarecido.

O primeiro capítulo é introdutório, onde é feita uma apresentação do tema abordado na pesquisa, aponta os objetivos almejados, justifica a relevância da pesquisa e explica a metodologia selecionada.

No segundo capítulo, encontramos a fundamentação teórica, onde é contextualizado sobre a compatibilização de projetos. Sendo discorrido sobre o porquê ela é necessária no processo de desenvolvimento projetual, quais são as diferenças entre a compatibilização de projetos, gerência de projetos e coordenação de projetos e como ela pode ser feita.

No terceiro capítulo é descrito como foi o processo de construção dos instrumentos de coleta, o mesmo, também contempla o desenrolar do estudo piloto e seus resultados.

No quarto capítulo são apresentados e analisados os estudos de caso realizados através de entrevistas, observações *in loco* e registro fotográfico das residências participantes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

O quinto capítulo consiste na discussão da pesquisa, onde os dados analisados servem de embasamento para as recomendações de compatibilização projetual a fim de auxiliar o desenvolvimento da Casa Nordeste.

O sexto capítulo refere-se às considerações finais que deverão ser alcançadas com o desenvolvimento desta dissertação.

No Sétimo e último capítulo encontram-se as referências bibliográficas que foram utilizadas para embasar este trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO: A COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL

Atualmente há uma grande gama de profissionais de áreas distintas envolvidos no processo de planejamento e realização de uma obra, gerando um aumento na complexidade do projeto e por vezes na falta de racionalização e na separação entre o projeto e a execução. Para Graziano (2003) essa falta de racionalização – contextualizada em um cenário onde há divisão entre projeto e execução - é reflexo do desenvolvimento do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção, abaixo, segue um breve histórico do desenvolvimento do mercado AEC baseado no mesmo autor:

A partir da metade dos anos 60, devido a uma grande demanda imobiliária, começaram a surgir escritórios especializados em arquitetura, estrutura e instalações. Estes, até então trabalhavam em conjunto em empresas que projetavam e construam, portanto, havia certa coordenação projetual dentro de tais empresas.

No princípio, essa dinâmica de trabalho funcionou, pois os profissionais tinham conhecimento de todas as condicionantes para o desenvolvimento de uma edificação. Com o passar do tempo, os construtores se distanciaram das atividades de projeto e os projetistas da execução das edificações por eles projetadas, essa perda de contato entre os participantes fez com que os projetos apresentassem incompatibilidades que só eram reconhecidas durante a execução, gerando altos índices de desperdício.

Apenas em meados dos anos 80 foi que algumas empresas atentaram para a necessidade da compatibilização de projetos. Surgem então os coordenadores de projeto, formados por indivíduos e equipes, internas ou externas. Visto que o trabalho de compatibilização projetual exige uma maior dedicação de ambas as partes, ocorre um aumento nos custos das construtoras e dos projetistas.

Para Ulrich e Sacomano (1999) algumas das consequências da falta de integração entre projetos são: excesso de retrabalhos (alterações projetuais) e improvisações durante a execução. Mas podemos citar outras como: desperdício de materiais e estrutura predial mal posicionada (em relação ao ambiente arquitetônico).

Melhado (2005) afirma que o processo de projeto tradicional segmenta as diversas disciplinas que geram um produto final. Neste modelo, os agentes produtores trabalham apenas dentro de suas respectivas especialidades, não atentando para a visão macro do desenvolvimento do produto e seus impactos nas diversas disciplinas, resultando um produto final com baixa qualidade. Segundo Rodríguez (2005), a melhoria do processo de compatibilização projetual, será alcançada apenas com ações que estimulem a formação de equipes cooperativas de trabalho e a integração entre o projeto e a produção. O autor ainda argumenta que, as relações contratuais são ferramentas que devem estabelecer esta forma de atuação.

Esse breve histórico dá abertura para a necessidade da compatibilização de projetos na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Assim, é preciso se ter um maior conhecimento sobre o que é a compatibilização de projetos, do porquê ela é necessária na indústria AEC, quais são as diferenças entre a compatibilização de projetos, a gerência de projetos e a coordenação de projetos e como ela pode ser feita.

2.1 DEFINIÇÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A compatibilização de projetos é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra (SINDUSCON – PR, 1995 *apud*. Mikaldo Jr., 2006). Enquanto que para Graziano (2003), a compatibilização é o atributo do projeto onde os componentes dos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, possuem dados compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra.

Para Callegari (2007), a compatibilização de projetos é uma alternativa para se resolver parte dos erros originados na etapa de projeto das edificações. Busca gerenciar e integrar os vários projetos de determinada obra, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, com o objetivo de minimizar os conflitos existentes. Desta forma, simplifica a execução, otimiza e racionaliza os materiais, o tempo, a mão de obra e por último a manutenção.

Assim, a compatibilização projetual é a atividade que integra todos os projetos de uma edificação buscando o ajuste perfeito entre eles para garantir um padrão de qualidade final à obra. Para Melhado (2005), esse processo é realizado através da sobreposição dos diferentes projetos, verificando-se possíveis interferências e problemas, devendo ser realizada após a finalização de cada etapa de projeto.

Da mesma forma, Picchi (1993) afirma que a compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor vários projetos e identificar as interferências, bem como programar reuniões entre os diversos projetistas e a coordenação, com o objetivo de resolver interferências que tenham sido detectadas. Já Rodríguez e Heineck (2001) defendem que a compatibilização deve acontecer ao início de cada uma das seguintes etapas: estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal e projeto executivo, indo da integração geral das soluções até as verificações de interferências geométricas das mesmas.

2.2. POR QUE COMPATIBILIZAR?

O projeto de uma edificação é composto por várias disciplinas como: projeto arquitetônico, estrutural, mecânico, hidrossanitário, elétrico, entre outros, onde todas essas disciplinas devem ser integradas com conformidade. Pois segundo Ganah *et. al.* (2005, *apud.* Mikaldo Jr., 2006) cerca de 30% (trinta por cento) de uma obra é retrabalho devido à falta de otimização e compatibilização das atividades. Os mesmos autores levantaram a necessidade de desenvolver um ambiente de visualização e comunicação para dar suporte ao desenvolvimento, à compatibilização dos projetos e à integração com a construção. Os resultados apresentaram redução no custo do empreendimento em função da diminuição do desperdício de materiais, retrabalho e tempo de espera.

Castro (1999) afirma que dentre as diversas patologias encontradas na execução de edificações estruturadas em aço, a mais comum é a interferência entre projeto estrutural e os projetos de instalações. Esta interferência é proveniente de incompatibilidades de projetos ou de modificações no decorrer da construção, devido à falta de coordenação entre os diversos sistemas da edificação.

Da mesma forma, Graziano (2003) relata que a falta de racionalização de materiais vista em grande parte das obras, é reflexo do desenvolvimento do setor nos últimos anos. Essa falta de racionalização pode ser atribuída também à falta de planejamento das empresas e dos profissionais e é normalmente contextualizada como a separação do projeto e da execução.

Enquanto Rodríguez (2005) cita outros fatores relacionados ao custo do desperdício gerados pela falta de racionalização e coordenação dos projetos, como:

- Super ou subdimensionamento dos sistemas;
- Pausas e retrabalhos por falta de informações ou informações incorretas;
- Pausas e retrabalhos por falta dos projetos nas obras;
- Baixa produtividade pelo uso de elementos não padronizados;
- Maior uso de materiais e mão-de-obra devido à falta de construtibilidade.

Da mesma forma, Mikaldo Jr. (2006) afirma que devido à segregação entre projeto e execução é necessário que haja a coordenação e compatibilização dos projetos. O mesmo autor cita três (03) fatores que justificam necessidade da compatibilização, são eles:

- Especialização nas diferentes áreas de projeto;
- Equipes de projeto localizadas em diferentes locais;
- Número crescente de soluções tecnológicas sendo agregadas nos empreendimentos.

“Pelo seu caráter de ação projetual que permite conciliar, física, geométrica, tecnológica e produtivamente, os componentes que interagem nos elementos construtivos horizontais e verticais das edificações, a compatibilização de projetos pode constituir-se em importante fator de melhoria da construtibilidade e de racionalização construtiva.” (Novaes, 1998)

2.3 COMPATIBILIZAÇÃO x GERÊNCIA DE PROJETOS x COORDENAÇÃO DE PROJETOS

Rodríguez e Heineck (2002) definem a coordenação de projetos como um processo que compreende a organização das etapas do projeto, a análise, o controle e a compatibilização das soluções técnicas, a elaboração de projetos executivos e o acompanhamento do desempenho desses. Enquanto que para Melhado (2005), a coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto, cabendo ao coordenador garantir que as técnicas desenvolvidas pelos projetistas de diferentes especialidades sejam congruentes com as necessidades e objetivos do cliente.

Assim, o coordenador de projetos é um agente fomentador, não apenas da interação e cooperação entre todos os agentes envolvidos no processo de projeto, mas também do bom resultado do processo e das soluções de projeto adotadas (Nóbrega Jr. e Melhado, 2013).

Já o gerente de projetos é conceituado por Ferreira (2001) como o responsável pelas decisões estratégicas, o coordenador como a parte operacional, e o compatibilizador como a pessoa que compreende e faz acontecer os objetivos do empreendedor na sua forma técnica e econômica. Diferente da coordenação e da compatibilização de projetos, a gestão de projetos:

“compreende o conjunto de ações envolvidas no planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto, o que envolve tarefas de natureza estratégica, tais como estudos de demanda ou de mercado, prospecção de terrenos, captação de investimentos ou de fontes de financiamento da produção, definição de características do produto a ser construído, além de tarefas ligadas diretamente à formação das equipes de projeto em cada empreendimento, como contratação de projetistas, estabelecimento de prazos para etapas de projeto e coordenação da interface com os clientes ou compradores.” (Melhado, 2005)

Diante disto, pode-se dizer que a compatibilização é parte do processo de desenvolvimento dos projetos em edificações composto pela gerência, pela coordenação e pela compatibilização propriamente dita (Solano, 2005).

2.4 FERRAMENTAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Grande parte das empresas que trabalham com compatibilização de projetos ainda utilizam o processo tradicional bidimensional, onde as interferências ainda não solucionadas são reconhecidas e identificadas a olho nu. Durante esse processo é feita a sobreposição de camadas de desenhos (*layers*) de diferentes disciplinas em um só arquivo do CAD e os *layers* são ligados e desligados sempre que necessário. Segundo Souza (2010) a compatibilização de projetos feita através da sobreposição de plantas em duas dimensões tem fortes limitações, principalmente entre as interfaces de projetos hidrossanitários e projetos elétricos, devido à dificuldade de visualização de tubos e eletrodutos, sendo detectadas apenas as incompatibilidades mais evidentes.

Seguindo esse mesmo pensamento, para Ferreira (2007), essas limitações são as que mais comprometem a qualidade do projeto, visto que esse recurso é utilizado para a comunicação entre projetistas de diferentes especialidades.

O mesmo autor realizou uma pesquisa para identificar possíveis vantagens do uso em projeto do CAD 3D em comparação ao CAD 2D. Para isso, foi escolhido um projeto piloto desenvolvido bidimensionalmente, posteriormente esse projeto piloto foi repassado para uma empresa que trabalhava com tecnologia tridimensional (AutoCad 3D) para que a empresa desenvolvesse o mesmo projeto. Os projetos foram utilizados em uma comparação quantitativa dos resultados no processo de compatibilização.

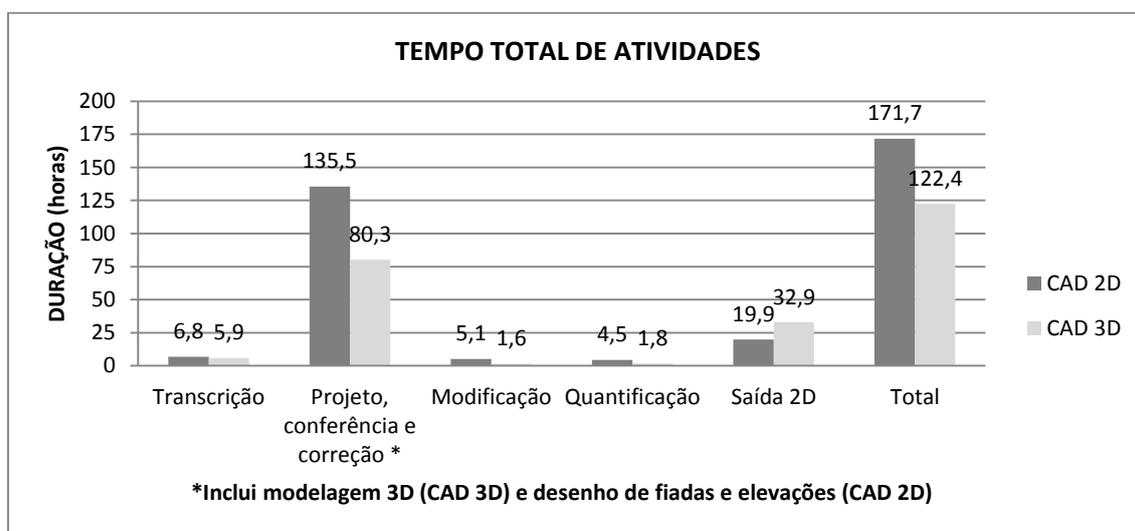
Ao fim da pesquisa, Ferreira (2007) pôde identificar sete atividades comuns ao processo de desenvolvimento projetual tanto em CAD 2D, quanto em CAD 3D, são elas:

- **Transcrição:** atividades de transformação dos projetos recebidos de outras áreas técnicas para os padrões internos da empresa;
- **Projeto:** atividades de análise e compatibilização dos subsistemas;
- **Conferência interna:** atividade de análise de consistência dos modelos gerados, tanto em 2D quando em 3D;
- **Correção:** está relacionada às correções que são originadas a partir das verificações de consistência dos modelos;

- **Modificação:** atividade relacionada ao recebimento de novas informações e modificações no projeto;
- **Quantificação:** levantamento da quantidade de materiais para a execução da obra;
- **Saída 2D:** atividade de organização da documentação a ser entregue ao cliente, plantas, elevações, cortes e detalhes em 2D.

Essa pesquisa realizada por Ferreira (2007) tinha a hipótese de que o CAD 3D levaria mais tempo durante o desenvolvimento do projeto e assim seria eficaz no processo de compatibilização por favorecer a percepção de interferências. Porém, foi concluído que o projeto desenvolvido em CAD 3D foi mais rápido e com a eficácia da compatibilização superior ao 2D (ver Figura 02). Os erros geométricos, a análise das interferências e as tomadas de decisões projetuais também foram facilitadas, tendo em vista que a representação tridimensional evidencia as falhas.

Figura 2 - Tempo total para as atividades genéricas nos dois métodos



Fonte: Ferreira (2007)

Da mesma maneira, Mikaldo Jr. (2006) em sua pesquisa, comparou o método tradicional de compatibilização ao tridimensional, tendo como estudo de caso edificações que passaram por compatibilização projetual. O levantamento de dados foi feito através de entrevistas com profissionais que participaram desses processos. Ao fim da comparação entre os dois métodos, ele concluiu que o método 3D é mais eficiente, pois a visualização tridimensional facilita a visibilidade dos sistemas e o reconhecimento de incompatibilidades entre eles.

Goes (2011) em sua pesquisa comparou os resultados do processo de compatibilização tradicional em 2D e os da compatibilização com o suporte da metodologia BIM. A autora utilizou como estudo de caso uma obra compatibilizada por uma equipe especializada contratada como assessoria por um escritório de arquitetura, comparando os relatórios recebidos à compatibilização realizada por ela em um *software* BIM. Ao final, ela concluiu que a modelagem tridimensional BIM não só possibilita uma melhor visualização do projeto, mas seu próprio processo de desenvolvimento permite a detecção de interferências.

Os três autores se propuseram a avaliar formas de compatibilização, onde foram estudadas ferramentas disponíveis para facilitar o processo de compatibilização. Há alguns anos os projetos eram compatibilizados obrigatoriamente em 2D, hoje temos *softwares* com recursos de representação tridimensional e de Detecção de conflitos (*clash detection*) que já são bastante utilizados. A seguir serão apresentados métodos de compatibilização de projetos.

EXTRANETS DE PROJETO

Para Novaes (1996), as atividades desenvolvidas pelos diversos profissionais e de forma sequencial precisam ser substituídas por atividades de projeto realizadas efetivamente por equipes multidisciplinares. Seguindo tal pensamento, Nascimento e Santos (2003), afirmam que mesmo em um processo de construção simples, centenas ou milhares de documentos podem ser gerados. Tais documentos são gerados em diferentes tipos como: memorandos, desenhos CAD, orçamentos, memoriais descritivos e tantos outros documentos desenvolvidos ao longo do processo de projeto.

As “extranets” de projeto ou os *websites* para gerenciamento de projeto apresentam-se como uma solução para problemas ocasionados pela falta de comunicação entre as diferentes especialidades de projeto, sendo utilizada na indústria AEC para melhorar e facilitar o trabalho do coordenador de projetos. Soibelman e Caldas (2000) afirmam que a “extranet” é uma rede de computadores que utiliza a Internet para conectar empresas ou profissionais que compartilham de objetivos

comuns. Os mesmos autores apontam três vantagens das “extranets” quando comparadas aos sistemas convencionais, são elas:

- Compartilhamento e armazenamento de dados;
- Racionalização de processos e ganho em competitividade;
- Rapidez no fluxo de informações.

Por estarem instaladas em um mesmo local, Costa (2013) afirma que as informações podem ser facilmente compartilhadas e revisadas por qualquer profissional envolvido. Assim, cada um pode verificar interferências dos demais sistemas na sua disciplina, informando e documentando os erros encontrados, para que os mesmos sejam corrigidos onde for necessário.

Tabela 1 - Principais recursos disponíveis nas "extranets" de projetos levantadas a partir de revisão bibliográfica definida por Mikaldo Jr. (2006).

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO
GERENCIAMENTO DE DOCUMENTOS	Armazenamento dos documentos do projeto (arquivos CAD, figuras, memorandos, planilhas, etc.) em um único local. O sistema permite que os usuários façam <i>download</i> , <i>upload</i> e insiram comentários aos arquivos.
CONTROLE DE REVISÕES	Armazenamento e acesso de diversas revisões de um mesmo documento, além de registrar quem fez e quando foram feitas as revisões.
VISUALIZAÇÃO DE ARQUIVOS	Visualização de diversos formatos de arquivos diretamente no <i>browser</i> de internet. Sendo muitas vezes <i>plugins</i> , gratuitos ou não, que fazem a conversão dos arquivos.
ENVIO DE COMUNICADOS	Principal funcionalidade de colaboração dos sistemas, onde há uma relação direta entre os usuários. Funciona como e-mails, tendo a vantagem de ficarem registrados e disponíveis na "extranet" de projeto.
NOTIFICAÇÃO POR E-MAIL	Envio de e-mails aos usuários notificando determinados eventos do sistema (envio de comunicado, <i>upload</i> de arquivo, criação de usuário, etc.).
MONITORAMENTO DO SISTEMA	Controle dos principais (ou todos) os eventos do sistema, por exemplo, quem e quando criou ou excluiu usuário.
SISTEMA DE BUSCA	Forma rápida e prática dos usuários procurarem por documentos, comunicados, outros usuários, etc.
AGENDA DE CONTATOS	Centralização das informações pessoais (nome, e-mail, telefone, endereço, tec.) de cada integrante da equipe de projeto.

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO
FLUXO DE TRABALHO (<i>WORKFLOW</i>) DO PROJETO	<i>Workflow</i> é o fluxo de controle e informação em um processo de negócio, ou seja, através dessa funcionalidade, os membros da equipe de projeto podem trabalhar colaborativamente através de requisições de informações, ordens de mudanças e regras que orientam o processo de execução de tarefas.
CHAT	Permite que os membros da equipe de projeto conversem simultaneamente e no mesmo canal <i>on-line</i> , através de mensagens escritas.
FÓRUM DE DISCUSSÃO	Ferramenta de comunicação que permite a discussão <i>on-line</i> de um tópico específico. Os membros podem questionar, responder e comentar um determinado assunto, permitindo, então, que o processo de decisão seja documentado.
CRONOGRAMA E CALENDÁRIO	Permite que reuniões e tarefas sejam gerenciadas em uma agenda centralizada, permitindo rápida consulta e confiança nas informações.
VIDEOCONFERÊNCIA	Permite que os membros possam se reunir e discutir de maneira simultânea e direta através de transmissão e recepção de vídeo e áudio.
CUSTOMIZAÇÃO DO AMBIENTE	Permite que os usuários customizem, mesmo que de forma limitada, a interface do sistema para melhor visualização das informações.
COMUNICAÇÃO COM USUÁRIOS EXTERNOS AO SISTEMA	Permite que informações sejam enviadas para os envolvidos no projeto que usam o sistema, através do uso de fax, e-mail ou mensagens para telefones móveis.
ARQUIVAMENTO DO PROJETO	Permite que todas as informações de um projeto possam ser armazenadas em dispositivos de mídia (discos rígidos, CDs, DVDs, etc.).
VISUALIZAR ESTATÍSTICAS DO PROJETO	Permite aos membros da equipe visualizar um resumo das ações realizadas no sistema como, por exemplo, o número de mensagens e documentos inseridos no sistema. Muitas vezes um resumo dessas estatísticas está disponível na página inicial do sistema.
INTEGRAÇÃO COM DISPOSITIVOS DE COMPUTAÇÃO E TELEFONIA MÓVEL	Permite a troca de informações disponíveis no sistema com dispositivos de computação e telefonia móvel.

Fonte: Adaptado de Mikaldo Jr. (2006)

SISTEMA CAD

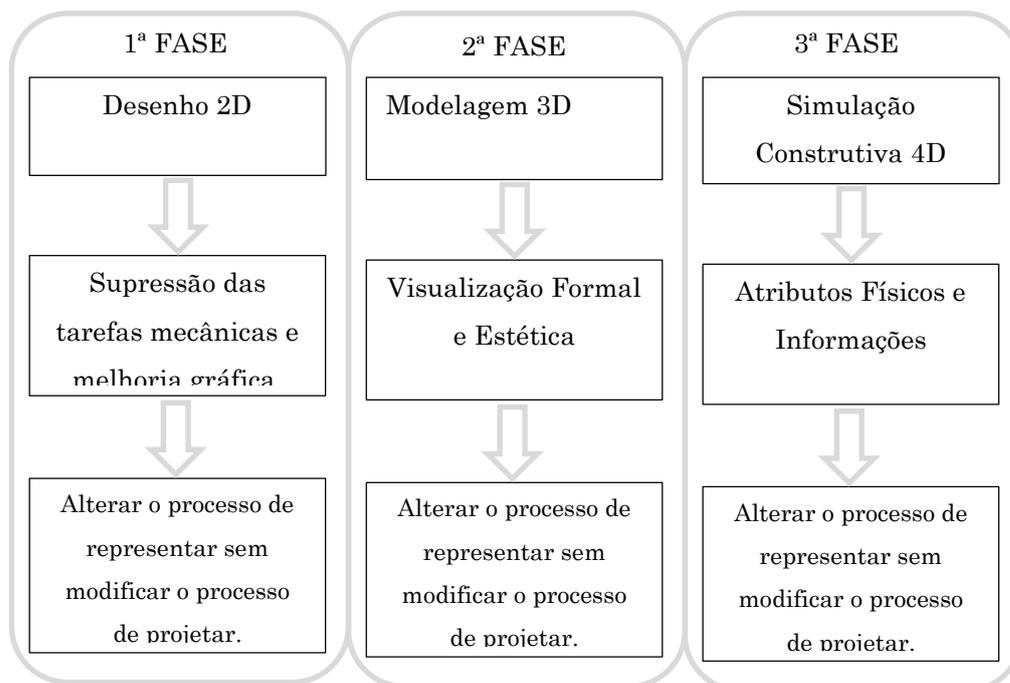
Outro método de compatibilização de projetos que os profissionais têm à sua disposição são os programas CAD. No século XXI, toda evolução na tecnologia tem sido alcançada com os avanços da ciência da computação, essa evolução técnica foi

refletida também na indústria AEC (Damian e Yan, 2007). Para Phiri (1997), com a invenção do computador, o CAD 2D foi adotado como uma nova ferramenta de desenho na indústria AEC. Ainda segundo Damian e Yan (2007), no começo, a tecnologia CAD não era tão popular como hoje em dia. Porém, com a popularização dos computadores pessoais, e o desenvolvimento de *softwares* CAD, fez com que rapidamente arquitetos do mundo todo adotassem tais tecnologias para desenvolver projetos.

Soares e Qualharini (1998 *apud*. Peralta 2002) afirmam que o CAD se desenvolveu em três fases ao longo do tempo (ver Figura 02). Na sua primeira fase o CAD era usado como substituto ao desenho à mão, onde eram usados prancheta, papel e caneta nanquim. Na segunda fase, com o uso do modelo tridimensional, buscou-se produzir perspectivas e maquetes eletrônicas, para gerar imagens. Já na terceira fase, o projeto passou a se aproximar da realidade, simulando o processo construtivo.

“O CAD tem oferecido benefícios significativos para a concepção e gestão do projeto, por proporcionar ao projetista o aumento da produtividade e a integração das interfaces. Proporcionando uma visão detalhada das soluções adotadas e uma visão geral de todo o sequenciamento da execução e suas etapas.” (Souza, 2010)

Figura 3 - Estágios de evolução dos sistemas CAD



Fonte: Soares e Qualharini, 1998.

É difícil que nos dias atuais ainda existam escritórios de projeto que não trabalhem com computadores e CAD. Peralta (2002) afirma que muitos escritórios de projeto não utilizam todas as funcionalidades que o sistema CAD oferece, mesmo com investimentos em sistemas e equipe devido ao uso do sistema CAD para desenhar o projeto e não para desenvolvê-lo.

TECNOLOGIA BIM

O *Building Information Modeling* (BIM) surge como uma tecnologia de desenvolvimento projetual, onde além de fazer a modelagem 3D tem capacidade para gerenciar todas as disciplinas envolvidas em uma obra. Ferreira (2007) afirma que a tecnologia BIM possui todas as funções do CAD 3D, sendo que a modelagem tridimensional em CAD é uma coleção de pontos e linhas nas formas 2D e 3D. Na ferramenta BIM, tais entidades geométricas recebem um “significado”, simbólico ou abstrato com atributos quantitativos e qualitativos. Dessa maneira, Bim pode ser um modelo de informação do edifício, que guarda as informações do projeto desde a concepção até a utilização, manutenção e demolição, descrevendo os elementos da edificação de forma integrada em todos os aspectos.

Assim, Souza (2010) afirma que a tecnologia BIM trabalha com modelo real do edifício, e não com uma representação 2D, onde se pode levantar questões como: relatórios de análises de perdas de calor, planilhas de quantitativos de materiais, controle de custos, volume de massa de construção, e dados sobre as fases da execução e manutenção. Além de plantas, cortes, perspectivas, animações e cenas de realidade virtual.

O BIM é um sistema, onde pode ser construído digitalmente um modelo virtual preciso de um edifício. Quando concluído, o modelo gerado contém geometria precisa e dados necessários para a construção, fabricação e atividades de aquisição necessária para realizar a construção (Eastman *et. al.*, 2008). Auxilia assim não só o trabalho dos projetistas, como também o dos gerentes de obras.

Trata-se de uma nova ferramenta de projeto que se apresenta como uma solução inovadora para as empresas da indústria AEC (Damian e Yan,2007). Durante o processo de construção, o BIM pode ser uma ferramenta extremamente poderosa,

para eliminar erros no início do projeto, e determinar métodos de construção e melhor custo-benefício. No quesito eliminação de erros, todos os aspectos da construção são modelados em 3D, facilitando a identificação de conflitos geométricos entre os elementos da edificação, assim como as áreas que faltam informações detalhadas.

“O Building Information Modeling (BIM) é um dos desenvolvimentos mais promissores da indústria AEC. Com a tecnologia BIM, é construído digitalmente um modelo virtual preciso de um edifício. Quando concluído, o modelo gerado virtualmente possui a geometria precisa e os dados necessários para apoiar a construção, fabricação e atividades de aquisição necessárias para realização da construção.” (Eastman et. al., 2008)

Para Ferreira (2007), a discussão sobre o modelo e seu uso não é apenas técnica, não se trata de simplesmente aceitar e verificar a maneira mais eficiente de utilizar um modelo tal qual ele aparece implementado em um programa desenvolvido por uma grande empresa de *software* CAD. É necessário usar o modelo de forma crítica, observando as vantagens e desvantagens, e estudando como aproveitá-lo da melhor forma. Observando também suas falhas e problemas para sugerir mudanças ou correções.

2.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

A revisão de literatura feita neste capítulo foi sistematizada, sendo possível reunir temas levantados pelos autores. Dessa forma, foi construída uma tabela (Tabela 2) que serviu como base para a construção do instrumento de coleta.

Tabela 2 - Sistematização dos temas do levantamento bibliográfico.

TEMA AUTOR	INTEGRAÇÃO DE PROJETOS	BIM	GERÊNCIA DE PROJETO	COMPATIBI- LIZAÇÃO	CONTROLE DE QUALIDADE	PROCESSO INTEGRADO / PRÁTICA INTEGRADA	RETROALI- MENTAÇÃO
The American Institute of Architects (2007)	✓	✓	✓	-	✓	✓	-
C. Eastman 2008	✓	✓	-	✓	✓	✓	-
Mark J. Clayton et al. (2008)	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
SOUZA, L. L. A. AMORIM, S. R. L. LYRIO, A. D. (2009)	-	✓	✓	✓	-	✓	-
MIKALDO JR, J. SCHEER, S. (2008)	-	-	✓	-	-	-	-
MELHADO, S. B. (2005)	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
VOLKER, J. KLEIN, R. (2010)	-	-	✓	-	✓	✓	-
EMMITT, S. (2010)	-	-	✓	-	✓	✓	-

Continua

TEMA AUTOR	INTEGRAÇÃO DE PROJETOS	BIM	GERÊNCIA DE PROJETO	COMPATIBI- LIZAÇÃO	CONTROLE DE QUALIDAD E	PROCESSO INTEGRADO / PRÁTICA INTEGRADA	RETROALI- MENTAÇÃO
NÓBREGA Jr, C. L. MELHADO, S. B. (2013)	✓	✓	✓	-	✓	-	-
SOUZA, F. PAULA, F. MELHADO, S. B. (2013)	✓	-	✓	✓	✓	-	-
ESTEVES, J. C. FALCOSKI, L. A. N. (2013)	-	-	✓	✓	✓	-	✓
LIMA, M. M. X. BRÍGITTE, G. T. N. CAMPOS, N. D. RUSCHEL, R. C. (2014)	-	-	✓	-	-	✓	-
OKAMOTO, P. S. SALERNO, M. S. MELHADO, S. B. (2014)	✓	✓	✓	-	-	✓	-
JACOSKI, C. A. JACOSKI, S. F. (2014)	✓	✓	-	✓	✓	✓	-

Continua

TEMA AUTOR	INTEGRAÇÃO DE PROJETOS	BIM	GERÊNCIA DE PROJETO	COMPATIBI- LIZAÇÃO	CONTROLE DE QUALIDAD E	PROCESSO INTEGRADO / PRÁTICA INTEGRADA	RETROALI- MENTAÇÃO
SILVA, T. F. L. MELHADO, S. B. (2014)	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
CORREA, F. R. SANTOS, E. T.(2014)	-	✓	-	-	-	-	-
SENTHILKUMAR, V. VARGHESE, K. CHANDRAN, A. (2010)	-	-	✓	-	-	-	-
FROESE, T. M. (2010)	✓	-	✓	-	✓	✓	✓
LINDEROTH, H. C. J. (2010)	-	✓	-	-	✓	-	✓
GU, N. LONDON, K. (2010)	✓	✓	-	-	-	-	-
CHEN, Y. KAMARA, J. M. (2011)	-	-	-	-	✓	✓	-
HU, Z. Z. ZHANG, J. P. (2011)	-	✓	✓	-	✓	✓	-

Continua

TEMA AUTOR	INTEGRAÇÃO DE PROJETOS	BIM	GERÊNCIA DE PROJETO	COMPATIBI- LIZAÇÃO	CONTROLE DE QUALIDAD E	PROCESSO INTEGRADO / PRÁTICA INTEGRADA	RETROALI- MENTAÇÃO
RUSSELL, A. D. CHIU, C. Y. (2011)	-	-	✓	-	✓	✓	-
PETERSON, F. HARTMANN, T. FRUCHTER, R. FISCHER, M. (2011)	✓	✓	✓	-	✓	✓	-
GU, N. KIM, M. J. MAHER, M. (2012)	-	-	-	-	✓	✓	-
LIM, C. W. YU, J. H. KIM, C. D. (2011)	-	-	✓	-	✓	-	-
WU, I. C.I HSIEH, S. H. (2012)	-	-	✓	-	-	✓	✓

Fonte: Próprio autor.

3. INSTRUMENTO DE COLETA

3.1 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Em uma pesquisa de caráter qualitativo é consideravelmente grande o volume de dados que são coletados para o alcance substancial de material, nesta pesquisa são utilizados três meios de coleta: entrevista semiestruturada, observação semiestruturada e registro fotográfico.

Para embasar a entrevista semiestruturada, foi desenvolvido um roteiro composto por 12 questões principais. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, pode haver complementações e/ou alterações das perguntas ao decorrer das entrevistas. Tais complementações ou alterações geram respostas e anotações transcritas, categorizadas, codificadas e analisadas assim como as demais questões.

A observação semiestruturada, foi embasada em uma ficha de anotações (ver Anexo A) onde o observador faz uma participação passiva, que é quando o observador está presente, mas não interage (SAMPIERI et. al., 2011). Para Sampieri et. al. (2011) a observação qualitativa implica em nos aprofundar em situações sociais, mantendo um papel ativo, como uma reflexão permanente; é preciso estar atento aos detalhes, acontecimentos e interações.

Por fim, foi feito um levantamento fotográfico das casas do Solar Decathlon Latin America and Caribbean 2015 com o intuito de registrar os protótipos e auxiliar a autora desta pesquisa a registrar o que foi observado.

3.2 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA

A partir do levantamento bibliográfico e documental, foi possível desenvolver os instrumentos de coleta para o levantamento de dados.

ROTEIRO DE ENTREVISTA

A fim de alcançar o objetivo dessa pesquisa, que é o de reunir recomendações técnicas e metodológicas de compatibilização utilizados no Solar Decathlon América-Latina e Caribe para auxiliar no desenvolvimento da casa Nordeste. Para isso, foi necessário o desenvolvimento de um roteiro de entrevistas com 12 (doze) questões. O embasamento das mesmas foi feito a partir de uma tabulação do referencial teórico, como foi visto acima (Tabela 02), onde foram relacionados autores e sete temas recorrentes na literatura.

1. Quais *softwares* foram utilizados no desenvolvimento do projeto?
2. O uso desses *softwares* facilitou ou dificultou alguma etapa do desenvolvimento do projeto?
3. Descreva qual foi a sequência do desenvolvimento do processo de projeto.
4. Como foi feita a compatibilização das disciplinas de projeto?
5. Quais decisões foram tomadas para facilitar a compatibilização do projeto?
6. Ao longo do processo de projeto, quais foram as maiores dificuldades para integrar as disciplinas de projeto?
7. Como as equipes foram divididas para que o desenvolvimento do projeto fosse o mais eficaz possível?
8. Quais estratégias foram feitas para reduzir o tempo de desenvolvimento do projeto?
9. Quais decisões de projeto foram tomadas para diminuir o desperdício de materiais na obra?
10. Quais estratégias foram tomadas visando garantir um maior controle de qualidade do projeto?
11. Quais incompatibilidades surgiram ao longo do processo projetual?
12. Como essas incompatibilidades foram solucionadas?

Como foi visto no referencial teórico, os autores Mikaldo Jr. (2006), Ferreira (2007) e Goes (2011), buscaram identificar qual o melhor programa para o desenvolvimento e compatibilização projetual. Assim a primeira pergunta, busca saber quais foram os *softwares* utilizados para desenvolver o projeto. Enquanto a segunda questão faz uma complementação da primeira quando pergunta se a escolha desses *softwares* facilitou ou dificultou alguma etapa no desenvolvimento do projeto. Essas duas questões buscam identificar qual o *software* mais “apropriado” para o desenvolvimento e compatibilização de um protótipo para o Solar Decathlon.

Na terceira questão busca-se um entendimento de como foi organizado o processo de desenvolvimento projetual, onde é pedido para o entrevistado descrever qual foi a sequência de desenvolvimento do projeto.

Como foi visto no referencial teórico, existem métodos de compatibilização projetual, como: sobreposição de *layers*, *extranets* de projeto, sistema CAD e tecnologia BIM. Assim, na quarta questão pergunta-se sobre como foi feita a compatibilização dos projetos. Essa questão é complementada pela questão seguinte onde é perguntado sobre quais foram as decisões tomadas para facilitar a compatibilização dos projetos. Com essas duas questões busca-se entendimento sobre o processo de compatibilização usado por cada uma das equipes.

A fim de se aprofundar nos processos de compatibilização de projetos utilizados pelas equipes, a sexta pergunta questiona sobre as dificuldades para integrar as disciplinas de projeto ao longo do processo projetual.

De acordo com Rodríguez (2005), para melhorar o processo de compatibilização projetual, é preciso fazer ações que estimulem a formação de equipes cooperativas de trabalho e a integração entre o projeto e a produção. Dessa forma, foi elaborada a sétima questão, onde o entrevistado deve responder sobre como ocorreu divisão de equipes para que o desenvolvimento do projeto fosse o mais eficaz possível.

Em sua pesquisa, Ferreira (2007) constatou que o projeto desenvolvido em CAD 3D foi mais rápido e com a eficácia da compatibilização superior ao 2D, pois os erros geométricos, a análise das interferências e as tomadas de decisões projetuais também foram facilitadas. Da mesma forma, Mikaldo Jr. (2006) e Goes (2011), em

suas pesquisas confirmaram que o método 3D é mais eficiente para o desenvolvimento e compatibilização projetual. Assim, a oitava questão busca compreender as estratégias tomadas para reduzir o tempo de desenvolvimento projetual.

Por se tratar de uma competição em busca da sustentabilidade e eficiência energética, foi considerado importante abordar no questionário sobre decisões para diminuir o desperdício de materiais na obra e estratégias tomadas para garantir o controle de qualidade do projeto (questões 09 e 10). Esse tema também é bastante recorrente no âmbito do mercado AEC. Por fim, busca-se saber quais foram as incompatibilidades surgidas ao longo do processo de desenvolvimento projetual e como elas foram solucionadas (questões 11 e 12).

FICHA DE OBSERVAÇÃO

Para observação semiestruturada, foi desenvolvida uma ficha de observação (Apêndice B) que funciona como um roteiro anotações para orientar a coleta de dados nesta etapa. Para o desenvolvimento da ficha de observação, foram estudados os manuais das casas participantes do Solar Decathlon Europe 2012, a fim de levantar quais eram as disciplinas que compunham o projeto e quais eram os seus subsistemas. As disciplinas levantadas foram:

- Projeto arquitetônico
- Projeto hidráulico
- Projeto de prevenção contra incêndio
- Projeto mecânico
- Projeto elétrico

Assim, foi montada uma ficha prática onde foram feitas anotações sobre as soluções tomadas e o que foi feito nesses projetos, com lembrete para retirar foto do que está sendo observado.

Figura 4 - Modelo da ficha de observação

Check List do projeto	
Casa Solar Decathlon	
Dia e hora	
Projeto Arquitetônico -> Observação do que foi visto (Fechamentos, esquadrias, proteções, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> 
OBSERVAÇÕES	
Vedações	<input checked="" type="checkbox"/>
Janelas	
Portas	
Sistema de Brises	
Isolamento Acústico	
Isolamento térmico	

Fonte: Próprio autor

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Após a coleta de dados, estes foram analisados e interpretados; para tal, os dados passaram por uma preparação e uma organização, onde foi possível codificá-los e interpretá-los. Desta maneira, Sampieri et. al. (2011) diz que as entrevistas devem ser transcritas para que seja possível fazer análises exaustivas, já os demais materiais (material fotográfico e anotações) devem ser analisados diretamente.

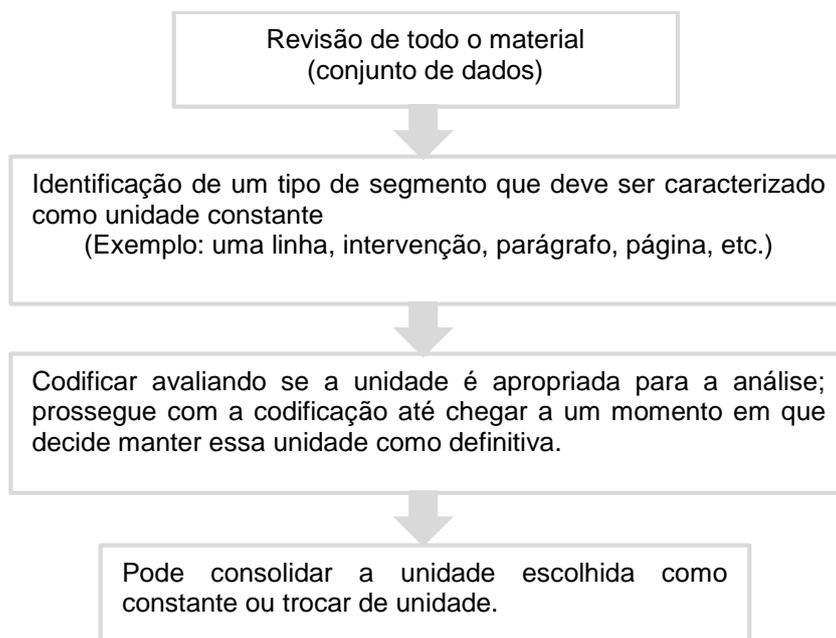
Para a análise de dados foi selecionado o método proposto por Sampieri *et. al.* (2011), nesse método, os dados são transcritos, categorizados em unidades de análise e codificados a fim de extrair o significado real dos dados levantados.

Para dar início à análise dos dados, é preciso escolher a unidade de análise, esse processo de escolha está ilustrado na Figura 05. Inicialmente foi escolhida a intervenção de cada entrevistado, mas ao longo da análise, observou-se que muitas das intervenções possuíam mais de uma categoria. Assim, as intervenções foram fragmentadas em frases com sentido completo, sendo essa a unidade de análise que seguiu durante o processo de codificação.

Após a escolha da unidade constante de análise, as entrevistas foram codificadas assim como é descrito por Sampieri *et. al.* (2011):

“Na maioria das pesquisas qualitativas se codificam os dados para alcançar uma descrição mais completa dos mesmos, se resume, se elimina a informação irrelevante, também se realizam análises quantitativas elementais; finalmente se gera um maior entendimento do material analisado.”

Figura 5 - Processo de escolha de uma unidade constante de análise



Fonte: Baseado em Sampieri *et. al.* (2011)

Neste estudo, a codificação será feita seguindo as indicações de Sampieri *et. al.* (2011):

Codificação qualitativa: o pesquisador deve considerar as partes do conteúdo transcrito, analisá-los e compará-los; se são diferentes em significados de termos e conceito, então cada um forma uma categoria, se são similares, formam uma categoria comum.

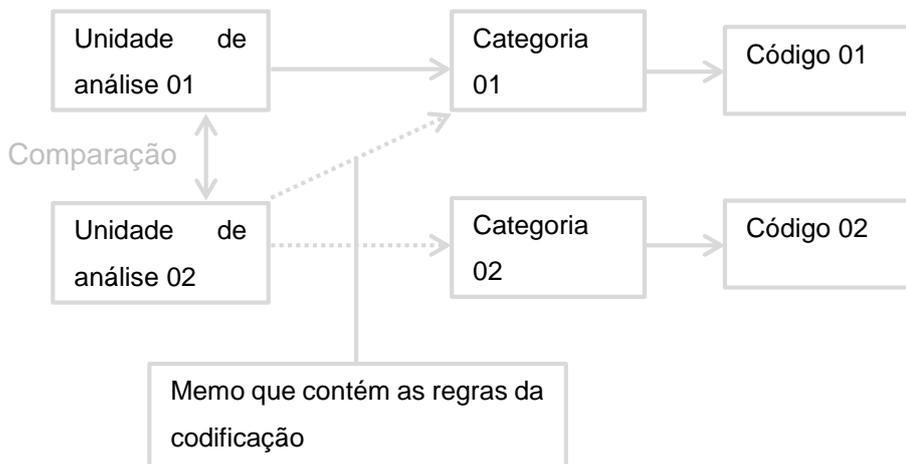
Códigos: são identificadas as categorias que resultam da comparação entre as partes do conteúdo, ou seja, cada categoria gera um código.

De acordo com Sampieri *et. al.* (2011) o segundo plano de análise é mais abstrato e conceitual que o primeiro e envolve descrever e interpretar o significado

das categorias. Para isso, se compara as categorias, identificando as semelhanças e as diferenças entre elas. Consideram-se possíveis vínculos entre as mesmas, a fim de integrar as categorias em temas e subtemas. Descobrir temas implica em localizar os padrões que aparecem repetidamente entre as categorias.

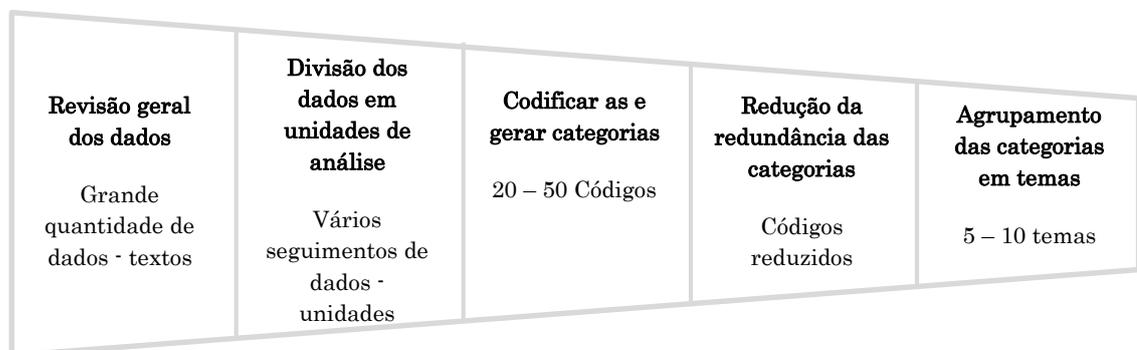
Posteriormente, cada tema identificado recebe um código. Esses temas são as bases das conclusões geradas nas análises. Algumas categorias podem conter informação suficiente para gerar temas por si só. O processo de codificação leva a um afunilamento dos códigos até chegar aos elementos centrais da análise (ver Figura 07).

Figura 6 - Processo de codificação qualitativa



Fonte: Baseado em Sampieri *et. al.* (2011)

Figura 7 - Redução dos códigos através do processo completo de codificação



Fonte: Baseado em Sampieri *et. al.* (2011)

ESTUDO PILOTO

O estudo piloto auxilia os pesquisadores na hora de aprimorar os planos para a coleta de dados tanto em relação ao conteúdo dos dados, quanto aos procedimentos que devem ser seguidos (YIN, 2001). Desta forma, antes de realizar a coleta de dados, foram realizados estudos pilotos para testar o roteiro e auxiliar nos ajustes do roteiro de entrevista a ser aplicado no Solar Decathlon.

Nesta etapa, foi realizado o estudo piloto que consistiu em um exercício com uma equipe de alunos integrantes do Laboratório de Modelos e Prototipagem (LM+P) da UFPB, a fim de simular o trabalho de equipe e coletar informações sobre compatibilização. No exercício, a equipe tinha que projetar uma luminária de mesa articulada, dessa maneira cada pessoa ficou designada para uma função na “equipe de projeto” e assim desenvolveram o projeto, não chegando a executá-lo, pois não era a proposta do exercício. Após o desenvolvimento do projeto da luminária, os participantes do exercício foram entrevistados, sendo possível testar o roteiro de entrevista.

As entrevistas aplicadas no piloto foram transcritas, tabuladas, categorizadas e codificadas, para enfim serem analisadas. A análise do piloto, seguiu o mesmo procedimento a ser seguido nas análises dos dados levantados em campo.

Para organizar as codificações em primeiro e segundo nível foi utilizado o *Software Microsoft Excel®*. A coluna da esquerda indica os entrevistados (identificados pela letra “E”), na coluna central foram organizadas as unidades de análises e na coluna da direita foram identificados os códigos gerados a partir das unidades de análise (ver Figura 08).

Figura 8 - Análise em primeiro nível feita no Excel

	B	C	E
23	Moderador	Descreva qual foi a sequência do desenvolvimento do processo de projeto.	Código
24	E1	Bom, a gente começou com uma tarefa que era um escopo de projeto	DEP
25		e foi determinado aquilo que seria o papel de cada um dos membro da equipe,	DT
26		então através de uma coordenação de projeto foi definido o trabalho	PCP
27		e ficou meio que decidido que a gente iria trabalhar em paralelo de maneira integrada desde o começo. Então seria um ato meio que de brainstorm, depois fazendo com que cada um de nós contribuísse mais dentro da própria especificidade que tava fazendo.	DPI
28	E2	Eu me lembro que havia uma rede de trabalho que primeiro delegou os trabalhos de cada um, assim, colocando por tipo, departamento de trabalho, áreas de trabalho, para quem tivesse uma responsabilidade específica.	DT
29		Depois disso, se criou uma linha de trabalho e designou às pessoas, uma a uma e nessa ordem cada um desenvolvia sua parte para que conseqüentemente viesse a desenvolver o projeto e assim passar para o seguinte,	DPI
30		o projeto foi coordenado dessa forma.	PCP

Fonte: Próprio autor

Outra planilha foi gerada para organizar as categorias e seus respectivos memos, junto com a codificação em primeiro nível e o número de ocorrências registrado ao longo da codificação (ver Figura 09).

Figura 9 - Criação de categorias e seus memos

	A	B	C	D
1	Código	Categoria	Memo	Ocor.
2	CCP	Conflito entre componentes do projeto	Descrição sobre quais conflitos ocorreram no projeto	3
3	CI	Conflito de interdisciplinaridade	Conflito entre os diferentes disciplinas	1
4	CRDP	Conflitos resolvidos durante o projeto	A resolução dos conflitos ocorreu ao longo do processo projetual	2
5	CSP	Compatibilização simultânea ao projeto	A compatibilização foi feita ao longo de todo o processo projetual	8
6	CTDP	Curto tempo para desenvolver o projeto	Processo projetual prejudicado devido ao tempo curto	1
7	DEP	Determinação do escopo de projeto	Estabelecimento de escopo para o desenvolvimento do projeto	2
8	DF	Domínio da Ferramenta	Todos os integrantes da equipe tinham domínio da ferramenta	2
9	DNHD	Declaração da necessidade de hierarquização das disciplinas	Foi externado a necessidade de hierarquizar as disciplinas para desenvolver o projeto	2
10	DPI	Desenvolvimento projetual integrado	O projeto foi desenvolvido em conjunto, com todos os integrantes da equipe trabalhando paralelamente	21
11	DPM	Desenvolvimento projetual à mão	Não foi utilizado nenhum software, o projeto foi desenvolvido através de croquis	8

Fonte: Próprio autor

Sampieri *et. al.* (2011), define que para validar uma categoria é necessário haver no mínimo três unidades de análise que a suportem. Na planilha com a codificação de segundo nível foi utilizado o prefixo “2N” nos códigos para diferenciá-los dos códigos de primeiro nível (Figura 10), assim como foram destacados em azul os códigos que possuíam mais de três unidades de análise.

Figura 10 - Codificação em segundo nível feita no Excel

	B	C	D	E	F	G	H
1	Código	Tema	Categorias				
2	2NSQU	Software que foi utilizado	DPM	-	-	-	-
3	2NIES	Impacto da escolha do software	DF	DPM	ES	RIS	-
4	2NSDP	Sequência de desenvolvimento de projeto	DEP	DT	PCP	DPI	DPM
5	2NCDP	Compatibilização das disciplinas de projeto	DPI	CSP	DT	DNHD	-
6	2NDTFC	Decisões tomadas para facilitar a compatibilização	PCP	DPI	CSP	RIS	-
7	2NDIP	Dificuldades na integração de projetos	ES	FEP	RPG	DNHD	CTDP
8	2NDE	Divisão de equipe	DT	PCP	DPI	-	-
9	2NERTD	Estratégias para redução de tempo de desenvolvimento	FEP	DPI	DPM	RIS	RPG
10	2NDDMO	Diminuição de desperdício de materiais na obra	NOP	-	-	-	-
11	2NECQ	Estratégias para o controle de qualidade	NOP	RNCQ	DPI	PCP	-
12	2NISLP	Incompatibilidades surgidas ao longo do processo de projeto	RCP	CCP	PCP	RSC	RPG
13	2NPIA	Porque as incompatibilidades aconteceram	ICR	CRDP	CI	FEP	DEP

Fonte: Próprio autor

4. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados das análises dos dados coletados como estudo de caso a partir de entrevistas realizadas com participantes da competição Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, no período de 05 a 12 de dezembro de 2015. Os entrevistados participaram voluntariamente desta pesquisa. É importante ressaltar que para alcançar os dados aqui discutidos foi utilizado do método de análise qualitativa.

Participaram do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, quatorze equipes universitárias, em sua maioria eram equipes colombianas, mas contou também com equipes mistas como Colômbia-Espanha, Colômbia-Alemanha, Panamá-Estados Unidos e com equipes de outros países como Uruguai, Inglaterra, Peru e México. Para essa pesquisa foram feitas entrevistas com um participante de cada equipe, totalizando quatorze entrevistas e três horas de áudio.

Figura 11 – Protótipo Más Huerto + Casa



Fonte: Próprio autor

Figura 12 - Protótipo Habitec Team



Fonte: Próprio autor

Figura 12 - Protótipo Pei



Fonte: Próprio autor

As análises a seguir foram divididas por tópicos, totalizando em sete tópicos de acordo com as perguntas realizadas nas entrevistas e consequentemente com o referencial teórico. Nestes tópicos é discorrido sobre quais soluções cada equipe tomou de acordo com cada tema, também são expostas quais as soluções e as decisões que devem ser adotadas para que a equipe da Casa Nordeste construa um bom protótipo na competição que venha a participar.

Tabela 3 - Equipes participantes do SDLAC15.

EQUIPE + CASA	IMAGEM	PAÍS
<p>Equipe Calicivita Casa ALERO</p> 		
<p>Habitec Team</p> 		
<p>Equipe HísCali Casa Aura</p> 		
<p>Equipe Tec de Monterrey Casa Kuxtal</p> 		
<p>La Casa Uruguaya</p> 		
<p>Más Huerto + Casa</p> 		
<p>MiHouse</p> 		

Continua

EQUIPE + CASA	IMAGEM	PAÍS
<p>Smart Panamass</p> 		
<p>PEI</p> 		
<p>Proyecto Ayni</p> 		
<p>UnSolar</p> 		
<p>Vrissa</p> 		
<p>HelioMet</p> 		
<p>Yarumo</p> 		

Fonte: Fotos do acervo do autor e logotipos retirados do site oficial do evento (www.solardecathlon2015.com.co).

4.1 SOFTWARES UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

Quando falamos em *softwares* utilizados no desenvolvimento projetual, estamos buscando compreender qual ferramenta que auxilia melhor a equipe nesse processo, qual *software* é mais apropriado para cada etapa. Aqui, é discorrido sobre quais os *softwares* de projeto, de análises bioclimáticas, de planejamento de obra, de compatibilização, de representação gráfica, entre outros, foram adotados pelas equipes participantes do estudo e quais foram as suas impressões sobre o uso dos mesmos.

A equipe Más Huerto + Casa usou para o desenvolvimento do projeto o AutoCad e o Revit, utilizando em paralelo o Crystal Ball para fazer planilhas e simulações dos sistemas escolhidos, esse *software* faz simulações de cenários, o que demonstra a preocupação da equipe com o produto final. Usaram outros programas para as simulações bioclimáticas e o Illustrator para o desenvolvimento do material de comunicação e marketing. Foi relatada satisfação com a escolha dos *softwares*, tendo sido alcançado o que a equipe buscava para o funcionamento do protótipo.

A equipe Calicivita desenvolveu o projeto com o uso do AutoCad e do Revit, utilizaram também o Ecotect para as análises e simulações de conforto ambiental e o Photoshop para a comunicação e o marketing. Foi destacada a eficácia dos programas escolhidos principalmente quando se propunham a simular virtualmente todo o protótipo, podendo assim economizar dinheiro e prever o produto final.

A Habitec Team teve como premissa o uso do BIM como base para o desenvolvimento do projeto sendo escolhido o Revit para tal função. Foi usado também o AutoCad – foi ressaltado que teria sido o primeiro contato de toda equipe com o BIM e assim usaram o AutoCad como base. Mesmo com a dificuldade de se adaptar ao novo sistema, a equipe ressaltou a eficiência e eficácia do uso do BIM para o desenvolvimento do protótipo.

Foram utilizados para desenvolver o projeto da equipe HísCali o *software* AutoCad e a tecnologia BIM, nesse, foram elencados o Revit e o ArchiCad. Sendo

relatada a satisfação pela escolha principalmente do uso do BIM, onde facilitou as mudanças que foram feitas ao longo do projeto.

A equipe Tec de Monterrey, utilizou para o desenvolvimento da casa Kuxtal os *softwares* AutoCad e Revit, foi usado também *softwares* de análise e simulações climáticas como o Meteonorm, Climate Consultant e o Ecotect. A equipe relatou satisfação com os programas usados para o desenvolvimento e simulação do projeto, enfatizando no quanto eles facilitaram em todo esse processo.

Já a equipe La Casa Uruguay desenvolveu um *software* para a produção do projeto arquitetônico, a equipe também usou o AutoCad e o Piero BIM para dar suporte ao programa desenvolvido pela equipe. Foi relatado que o uso em conjunto desses três *softwares* ajudou para a elaboração do protótipo.

A MiHouse citou vários programas que foram selecionados para produzir o projeto, para o desenvolvimento do projeto arquitetônico foi usado o AutoCad, Rhinoceros, Revit e SketchUp. Simularam a iluminação no DIALux, o sistema fotovoltaico no Homer e Helioscope, a simulação térmica foi feita com o SolidWorks e a análise de conforto com o EcoDesign. Foi declarado que o uso dos programas escolhidos foi essencial, pois mostraram os resultados graficamente, ajudando a equipe a melhorar e aprimorar o projeto antes da sua construção.

A equipe Programa de Estudios Internacionales (Pei) usou no desenvolvimento do projeto arquitetônico o Revit e o AutoCad e para a produção do material de comunicação e marketing foram usados o Illustrator e Photoshop. A equipe relatou que mesmo com as dificuldades de se adequar ao BIM e de treinar todos os participantes, a escolha dos programas foi essencial para o alcance do resultado final satisfatório, tendo o BIM facilitado nesse processo.

A equipe Proyecto Ayni usou para todo o seu desenvolvimento projetual o AutoCad, usando o Revit apenas para as entregas das etapas ao concurso, e isso se deu pelo fato de que poucos participantes tinham conhecimento do software e era uma exigência do concurso que as entregas fossem em BIM. Dessa maneira, o processo de desenvolvimento foi de idas e vindas entre os dois softwares.

Assim como a Proyecto Ayni, a equipe Panamass desenvolveu todo seu projeto em AutoCad, usando o Revit apenas para as etapas de entrega devido à exigência do concurso. Foi considerado que o uso dos softwares foi benéfico, principalmente pelo fato de fazer com que os participantes aprendessem uma nova ferramenta e a trabalhassem de forma mais ágil.

A equipe Heliomet usou para o desenvolvimento do seu projeto os softwares AECOSim e Micro Station, foi relatado que alguns participantes sabiam usar os programas e outros não, trazendo benefícios e malefícios, pois em alguns momentos alguém modificava algo sem saber, em outros o desenvolvimento projetual fluía rapidamente.

Para o desenvolvimento do seu projeto, a UnSolar utilizou o AutoCad como ferramenta base, o SketchUp para dimensionar os espaços e posteriormente passou a usar o Revit para integrar os sistemas construtivos, observar quais incompatibilidades tinha no projeto e fazer um modelo virtual para ser mostrado aos patrocinadores. A escolha de trabalhar com o Revit foi ao mesmo tempo facilitadora e dificultadora, por um lado, o programa permitia visualizar todos as disciplinas juntas e seus conflitos e por outro demandou muito tempo pois apenas uma pessoa tinha domínio sobre a ferramenta.

A equipe Vrissa utilizou dois softwares, um foi o Ecotect para a simulação de análises de desempenhos térmicos e o Design Building para o desenvolvimento projetual em si. Foi relatado pela equipe que mesmo facilitando o processo de desenvolvimento, para utilizar os softwares escolhidos era preciso alguém com experiência para usar o programa, fazendo com que o processo fosse prejudicado por apenas uma pessoa trabalhar com o software.

Enquanto a equipe Yarumo usou o Revit para desenvolver todo o projeto, foi relatado que mesmo com toda a complexidade em unir todas as disciplinas em um único protótipo utilizando o BIM, a escolha de usar esse tipo de sistema facilitou o processo, pois foi possível prever as interferências que poderiam ocorrer na construção.

As equipes participantes do SDLAC15 tinham que obrigatoriamente utilizar em seu processo projetual *softwares* BIM. Como pode ser visto na Tabela 4, das 14 (quatorze) equipes participantes, 11 (onze) adotaram o Revit como *software* BIM a ser utilizado em seu desenvolvimento projetual, as outras três equipes adotaram outros *softwares* BIM como o AECOSim, Design Building e até um *software* desenvolvido pela própria equipe (La Casa Uruguay). Além dos *softwares* BIM citados anteriormente, quatro equipes (Heliomet, HísCali, Más Huerto + Casa e La Casa Uruguay) utilizaram outro *software* BIM de apoio (ver Tabela 4).

Além dos *softwares* BIM, as equipes relataram uso de outros programas para dar suporte ao desenvolvimento projeto, foram adotados *softwares* CAD, de modelagem, de análise de conforto térmico e lumínico e outros para dar suporte à parte gráfica do concurso.

Tabela 4 - Softwares utilizados pelas equipes participantes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015 para o desenvolvimento dos projetos.

PROGRAMAS EQUIPE	SOFTWARES BIM	SOFTWARES DE PROJETO	ANÁLISES DE CONFORTO TÉRMICO E LUMÍNICO	OUTROS
Calicivita	Revit	AutoCad	-	Photoshop
Habitec Team	Revit	AutoCad	Ecotect	-
Heliomet	AECOSim MicroStation	-	-	-
HísCali	Revit ArchiCad	-	-	-
Más Huerto + Casa	Revit	AutoCad	Crystal Ball	Ilustrator
La Casa Uruguaya	Software próprio Piero BIM	AutoCad	-	-
MiHouse	Revit Rhinoceros	AutoCad SketchUp	SolidWorks EcoDesign DIALux Homer Helioscope	-
Panamass	Revit	AutoCad	-	-
PEI	Revit	AutoCad	-	Ilustrator Photoshop
Proyecto Ayni	Revit	AutoCad	-	-
Kuxtal	Revit	AutoCad	Ecotect Climate Consultat Meteonorm	-
UnSolar	Revit	AutoCad SketchUp	-	-
Vrissa	Design Building	-	Ecotect	-
Yarumo	Revit	-	-	-

Fonte: Próprio autor

4.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

Neste tópico, buscamos compreender quais foram os processos adotados e se esses processos afetaram positiva ou negativamente os desempenhos das equipes do SDLAC15. Assim, é explanado como as equipes seguiram os seus processos de projeto, mesmo que cada uma tenha guiado seu trabalho de maneira distinta.

A equipe Más Huerto + Casa, iniciou o seu desenvolvimento de projeto com uma proposta-base, que era a ideia de construir a casa em torno de uma horta. Para dar seguimento a essa ideia, a solução tomada pela equipe foi a de formar um grande grupo multidisciplinar dividido em grupos menores onde foi designada uma área para cada grupo, sendo cada grupo liderado por uma pessoa. Cada grupo trabalhava de forma independente, e os projetos eram desenvolvidos em paralelo e em reuniões temporais os materiais produzidos pelos grupos eram reunidos e integrados. A equipe não descreveu em entrevista sua sequência de trabalhos durante o processo de produção, apenas como ele foi organizado.

A Calicívita iniciou seu processo de desenvolvimento projetual a partir de uma proposta urbana, posteriormente, passou a desenvolver uma proposta arquitetônica que após sua conclusão passou a ser detalhada. Apenas após o término de todo o projeto arquitetônico é que foram inseridos os demais projetos como: projetos estruturais, elétricos, hidrossanitários e demais projetos complementares. Sendo possível observar que a sequência de desenvolvimento projetual foi bastante linear, sendo ele: desenvolvimento da proposta urbana > desenvolvimento do projeto arquitetônico > conclusão do projeto arquitetônico > inserção de projetos complementares.

A equipe HísCali, era composta por uma universidade colombiana e outra espanhola, devido à isso, primeiramente foi enviada à Cali um grupo de estudantes espanhóis a fim de conhecerem as técnicas e tradições construtivas do local, bem como os materiais usados. Após esse levantamento, foi desenvolvido um anteprojeto, posteriormente um projeto arquitetônico e por fim, foram adicionados os projetos complementares. Assim como a equipe Calicívita, essa teve um processo bem linear,

sendo ele: levantamento de materiais e técnicas > anteprojeto > projeto arquitetônico > inserção de projetos complementares.

A equipe Pei fez um plano conceitual e urbano, onde foram utilizados gráficos para a produção. Posteriormente, foram elaboradas as plantas em CAD e por fim foi feito um modelo tridimensional que agregava todas as disciplinas. Processo de desenvolvimento projetual: plano conceitual e urbano > desenvolvimento projetual 2D > integração dos projetos complementares em modelagem 3D.

A Habitec Team iniciou seu processo de forma conturbada devido à uma desorganização gerencial, restando apenas seis meses para reorganizar a proposta, dessa forma, organizaram toda a produção a partir do cronograma designado pelo concurso. Após a reorganização da equipe, foi desenvolvido um plano conceitual e urbano, que foi elaborado a partir de materiais utilizados em outros concursos. Em seguida, foi realizado um concurso entre os participantes da equipe buscando a melhor proposta, todo o processo projetual foi feito em conjunto, com todos os integrantes trabalhando paralelamente. Assim seu processo de desenvolvimento foi: estruturação da equipe > plano conceitual e urbano > desenvolvimento projetual.

A equipe da casa Kuxtal iniciou seu processo com uma proposta urbana conceitual, passando posteriormente para uma proposta coletiva. A partir disso, passaram a desenvolver o projeto arquitetônico do protótipo de acordo com a proposta urbana, inserindo os projetos complementares apenas ao término do projeto arquitetônico. Processo de desenvolvimento: plano conceitual e urbano > anteprojeto > projeto arquitetônico > inserção de projetos complementares.

A equipe La Casa Uruguay primeiramente reuniu um grupo pequeno de pessoas, onde desenvolveram uma proposta urbana e submeteram ao concurso, após classificados, passaram a buscar mais integrantes para a equipe e assim desenvolveram o projeto executivo, inserindo os projetos complementares quase que simultaneamente ao desenvolvimento do projeto arquitetônico. Processo de desenvolvimento: plano urbano > busca por mais integrantes > projeto arquitetônico > inserção de projetos complementares.

A MiHouse iniciou seu processo de desenvolvimento projetual com um concurso dentro do curso de Arquitetura, a fim de eleger o melhor projeto, após eleito, esse projeto foi redesenhado enquanto parte da equipe buscava por materiais e empresas fornecedoras e patrocinadoras. A equipe foi dividida em grupos, onde cada um possuía um líder. Ao término do processo de redesenho, escolha de materiais e patrocinadores, os líderes passaram a revisar em reuniões semanais os desenhos bidimensionais, o protótipo em modelo virtual tridimensional e as simulações bioclimáticas, lumínicas e do sistema fotovoltaico, até chegar ao produto final. Dessa forma, seu processo foi: concurso > redesenho > busca por materiais, fornecedores e patrocinadores > revisão do projeto 2D > revisão modelo 3D > simulações.

A equipe Proyecto Ayni primeiro criou um conceito, o de que a arquitetura deveria ser voltada para a bioclimática, assim o primeiro passo do projeto foi ter cuidado com a orientação, a forma e tudo o que leva ao conforto bioclimático da casa. Decididas esses pontos, a equipe passou a aperfeiçoar o projeto arquitetônico, adicionando simultaneamente os projetos complementares, ao fim desse processo, o projeto foi revisado e compatibilizado até chegar ao seu término. Processo de desenvolvimento projetual: criação de conceito > anteprojeto > projeto arquitetônico > inserção projetos complementares > revisão > compatibilização.

A Panamass era formada inicialmente apenas por estudantes de engenharia, dessa maneira eles iniciaram o projeto como podiam e faltando seis meses para a competição agregaram à equipe alguns estudantes de arquitetura. Então todo o projeto teve que ser retomado e redesenhado, paralelamente se buscaram por patrocinadores, ao término desse processo foi planejado o processo de montagem e 50% do protótipo foi montado, em seguida, o protótipo foi desmontado, embalado e enviado para o concurso. Diferente das equipes anteriormente citadas, a Panamass não teve um processo de desenvolvimento projetual linear, pois precisou redesenhar o projeto quando agregou à sua equipe estudantes de arquitetura. Processo de desenvolvimento: projeto arquitetônico + projeto complementar > entrada de alunos de arquitetura > redesenho do projeto arquitetônico > busca por patrocinadores > montagem do protótipo.

A Heliomet iniciou seu processo de desenvolvimento projetual apenas com conceitos e ideias, devido à inviabilidade financeira de construir na Inglaterra e

transportar para a Colômbia. Assim, a equipe desenvolveu o modelo virtual no AECOsim, fez testes com o mesmo e partiram para a Colômbia para comprar os materiais de montagem. Durante esse processo de ambientação na Colômbia houveram algumas alterações projetuais, após a escolha e compra dos materiais a equipe finalizou o projeto e o construiu antes da competição, sendo finalizado faltando dois dias para o término do SDLAC15. Assim como a Panamass, a Heliomet teve seu processo um pouco fragmentado, sendo ele: desenvolvimento do modelo virtual > testes virtuais > escolha dos materiais > alterações projetuais > finalização > construção na competição.

A equipe UnSolar primeiramente se dividiu em grupos por áreas, onde cada um possuía um líder. Assim, foi feito um concurso entre os grupos e o projeto eleito foi desenvolvido pela equipe. Assim o projeto foi primeiro idealizado em desenhos à mão, posteriormente foi desenhado no AutoCad, modelado no SketchUp e por fim foi modelado Revit, onde foram inseridos os projetos complementares. Processo de desenvolvimento: estruturação da equipe > concurso interno > anteprojeto > projeto arquitetônico 2D > projeto arquitetônico 3D > modelagem do protótipo virtual > inserção dos projetos complementares.

A equipe Vrissa, antes de iniciar o desenvolvimento do projeto fez um processo de análise das regras do concurso e uma revisão dos projetos participantes das edições anteriores nos EUA e Europa. Depois foi feito um estudo sobre a habitação social na Colômbia a fim de encontrar os problemas que o protótipo deveria suprir. Feito isso, foram elencados os princípios gestores de cada disciplina e estabeleceram estratégias para atingir esses princípios gestores, depois foram feitas propostas técnicas que posteriormente foram apresentadas e aprovadas pelos patrocinadores. Processo de desenvolvimento projetual: análise das regras + revisão de projetos > estudo sobre habitação social > eleição de princípios gestores > desenvolvimentos de propostas técnicas > aprovação dos patrocinadores.

A equipe Yarumo desenvolveu seu projeto de forma integrada, porém, primeiro a equipe foi dividida em cinco grupos onde foi feito um concurso interno entre os grupos, desse concurso interno foram escolhidas duas casas que foram unidas, ainda foram utilizados alguns elementos arquitetônicos das demais. Após feita a parte arquitetônica foram adicionadas as disciplinas complementares e em seguida foram

feitos os desenhos técnicos. Processo de desenvolvimento: divisão da equipe > concurso interno > união dos projetos do concurso > inserção dos projetos complementares > desenvolvimento dos desenhos técnicos.

Como foi possível observar ao longo desse tópico, para o quesito processo de desenvolvimento projetual, cada equipe estabeleceu sua própria sequência, sendo algumas decisões comuns entre as equipes (ver Tabela 5). Pode-se observar que a grande maioria (12 equipes) seguiu um processo linear e sequenciado no seu processo de desenvolvimento projetual.

Durante o processo de desenvolvimento projetual cinco das catorze equipes subdividiram-se em grupos para ordenar melhor o trabalho, treze iniciaram o seu projeto a partir de um partido projetual, nove desenvolveram seu projeto utilizando hierarquia entre o projeto arquitetônico e projetos complementares. Por fim, metade das equipes (7 equipes) desenvolveram o projeto de forma simultânea, onde todas as disciplinas são desenvolvidas em paralelo.

Mesmo com as equipes tomando decisões parecidas os resultados são muito diferentes, algumas equipes que tiveram o processo de desenvolvimento muito bem delineado ao chegar na competição não obtiveram sucesso na construção como: Proyecto Ayni e Yarumo. E outras que tiveram seu processo de desenvolvimento conturbado ou até mesmo precisando complementar a equipe como a HísCali, Habitec Team, a La Casa Uruguaya e a Panamass, conseguiram montar o seu protótipo sem grandes percalços.

Tabela 5 - Processos de desenvolvimento projetuais utilizados pelas equipes participantes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

EQUIPE	SUBDIVISÃO EM GRUPOS	CRIAÇÃO DE UM PARTIDO	HIERARQUIA PROJETUAL	DESENVOLVIMENTO PROJETUAL SIMULTÂNEO
Calicivita	-	✓	✓	✓
Habitec Team	-	✓	✓	✓
Heliomet	-	✓	✓	-
HísCali	-	-	✓	✓
Más Huerto + Casa	✓	✓	-	-
La Casa Uruguaya	-	✓	-	✓
MiHouse	✓	✓	✓	-
Panamass	✓	-	✓	-
PEI	-	✓	✓	✓
Proyecto Ayni	-	✓	-	✓
Kuxtal	-	✓	✓	✓
UnSolar	✓	✓	✓	-
Vrissa	✓	✓	✓	-
Yarumo	✓	✓	-	-

Fonte: Próprio autor

4.3 COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL

Como foi dito na fundamentação teórica, a compatibilização compreende a integração das disciplinas projetuais; a resolução de problemas surgidos desde o desenvolvimento do projeto até a conclusão da obra. Neste ponto, serão explanados sobre como ocorreram as compatibilizações projetuais das casas competidoras do SDLAC15 e quais decisões foram tomadas a fim de melhorar esse processo.

Para a compatibilização da casa Más Huerto + Casa, a princípio a equipe teve dificuldades, devido à falta de experiência em trabalhar com interdisciplinaridade. Dessa forma, iniciaram essa tarefa de forma experimental e logo se percebeu a importância da mesma durante o desenvolvimento do projeto, pois toda modificação feita em uma área afetava em outra área ou modificava o projeto como todo. Assim, a equipe formou uma hierarquia de alterações e inserções, onde a arquitetura era a base de todas as disciplinas, vindo seguida da estrutura, bioclimática, elétrica, hidrossanitária e por fim a parte de ambientação interior. Para que essa estruturação hierárquica funcionasse, foi preciso que houvesse reuniões semanais entre os líderes dos grupos para decidir quais seriam as melhores formas de integrar as disciplinas discutidas. A compatibilização feita por essa equipe pode ser caracterizada como hierárquica, onde elege o projeto arquitetônico como base e em seguida insere as demais disciplinas de acordo com sua importância.

A equipe Calicívita também relatou dificuldades em trabalhar com várias disciplinas projetuais ao mesmo tempo devido à inexperiência, sendo enfatizado o fato da equipe ser composta por duas universidades ocasionando divergências dentro da equipe. Para superar essas dificuldades, a equipe elegeu coordenadores responsáveis pelas disciplinas e foi montado um cronograma onde foram estipulados prazos de entrega para que o projeto siga de forma eficaz. Sendo assim, foi determinado que o primeiro projeto a ser desenvolvido deveria ser o arquitetônico e as demais disciplinas deveriam se adequar ao mesmo. Mesmo não sendo descrito pelo entrevistado qual foi a ordem da compatibilização das demais disciplinas, é possível identificar uma hierarquização na compatibilização desse protótipo, onde todas as disciplinas deveriam ser subordinadas ao projeto arquitetônico.

A equipe Habitect Team, teve a preocupação em fazer a compatibilização durante o desenvolvimento do projeto. Buscando facilitar a compatibilização dos projetos, a equipe decidiu designar tarefas aos seus integrantes e dividi-los em grupo. Foi relatado que os principais problemas foram com a falta de tempo, a falta de hierarquização das funções e a falha na comunicação, o que segundo o entrevistado poderia ter sido resolvido caso a equipe tivesse domínio total sobre a ferramenta BIM. Sendo sua compatibilização caracterizada como simultânea.

A HísCali teve como principal dificuldade para compatibilizar as disciplinas a diferença de horário entre Colômbia e Espanha, não havendo fluidez no desenvolvimento do projeto, para isso estipularam um horário conveniente para ambos e nesse horário se reuniam semanalmente por Skype. A parte arquitetônica foi feita na Espanha e a parte de engenharia na Colômbia, sendo necessárias revisões constantes no projeto por ambas as partes, e para que o projeto pudesse ser encerrado com conformidade foi preciso que a parte espanhola passasse os últimos três meses residindo em Cali e assim, toda equipe entrar em consenso. Dessa forma, podemos caracterizar essa compatibilização como sequencial, onde a equipe seguia um protocolo para executá-la.

Para a compatibilização da casa Kuxtal, alunos e professores de engenharia, desenho industrial e arquitetura trabalharam em conjunto, para que isso funcionasse foram definidas as tarefas e obrigações de cada integrante. A maior dificuldade foi na execução dos sistemas construtivos e como integrá-los dentro da proposta arquitetônica, porém, com a organização estabelecida desde o princípio, a equipe conseguiu desenvolver a proposta desde o desenho urbano até o mobiliário utilizado no protótipo. Infelizmente, os participantes não descreveram como ocorreu esse processo, e como executaram a compatibilização em si, ativeram-se apenas em descrever a organização da equipe durante o processo.

A equipe La Casa Uruguay fez a compatibilização do seu projeto ao mesmo tempo em que era realizado o desenvolvimento do mesmo. Todas alterações feitas no projeto eram decididas em conjunto por toda a equipe e todas as disciplinas eram desenvolvidas em paralelo, sendo tudo isso coordenado por um professor. Devido ao desenvolvimento de todos os projetos em paralelo, essa compatibilização pode ser caracterizada como compatibilização simultânea.

A MíHouse optou por apenas começar as outras disciplinas após a definição e finalização total do projeto arquitetônico, assim, as demais disciplinas foram encaixadas no arquitetônico. Foram feitas reuniões semanais com os grupos integrantes da equipe a fim de solucionar como cada disciplina seria encaixada na arquitetura para que alterasse o mínimo possível, sendo essa a maior dificuldade enfrentada na compatibilização do projeto. A equipe também utilizou o programa de detecção de conflitos (*clash detection*) “Solid Works”. Dessa forma, pode-se caracterizar a compatibilização feita por essa equipe como hierárquica.

Assim como a equipe La Casa Uruguay, a Pei fez sua compatibilização simultaneamente ao desenvolvimento projetual, com todos trabalhando em paralelo. Para isso funcionar foram feitas até três reuniões por semana e cada integrante recebeu uma tarefa que era controlada por um coordenador. Foi relatado que não houve grandes dificuldades na integração dos projetos porque mesmo com a diferença de opinião entre arquitetos e engenheiros, foi decidido que as propostas surgidas seriam flexíveis, havendo concordância entre os membros. Assim, a compatibilização ocorreu de forma simultânea.

A equipe Proyecto Ayni fez sua compatibilização ao fim do desenvolvimento projetual arquitetônico, os demais projetos eram inseridos ao projeto arquitetônico semanalmente em reuniões onde era discutido o que cada grupo tinha trabalhado durante a semana e as disciplinas eram compatibilizadas. Para esse processo funcionar, foi preciso que arquitetos e engenheiros trabalhassem em conjunto. Sendo essa compatibilização caracterizada como hierárquica.

A equipe Panamass teve sua compatibilização um pouco conturbada, mesmo com uma coordenadora e um Project manager, durante o processo de desenvolvimento projetual cada disciplina estava trabalhando separadamente, assim, tiveram que agregar um estudante de arquitetura para que ele pudesse compatibilizar as disciplinas. Dessa maneira, passaram a se reunir semanalmente e assim compatibilizar todas as disciplinas. Dessa forma, a compatibilização da equipe Panamass foi sequencial.

A Heliomet era uma equipe composta apenas por estudantes de arquitetura, fazendo com que a equipe estudasse sobre projetos complementares, levando à

algumas complicações na compatibilização. O projeto foi desenvolvido por completo no AECOsim, buscou-se fazer o projeto setorizado para facilitar a compatibilização, mas a falta de conhecimento ou de consultoria nas outras disciplinas dificultou bastante a etapa de compatibilização. A compatibilização aqui pode ser caracterizada como simultânea, pois os projetos foram desenvolvidos simultaneamente, porém não obtiveram sucesso na construção do protótipo como veremos mais na frente.

Na equipe UnSolar os projetos das distintas disciplinas eram desenvolvidas separadamente e compatibilizadas por apenas uma pessoa, essa pessoa unia todos os projetos no Revit e buscava por incompatibilidades e as solucionava. Foi relatada dificuldade em trabalhar com interdisciplinaridade, fazendo com que tivessem que se adaptar e aprender a trabalhar em conjunto, para isso a equipe se dividiu em grupos e realizou concursos internos. Dessa forma, a compatibilização pode ser caracterizada como sequencial.

Buscando eficiência no processo de compatibilização, a equipe Vrissa se dividiu por disciplinas e determinou um professor especialista para liderar cada uma delas e tomar as decisões essenciais de sua disciplina. Eram feitas também reuniões semanais onde todas as disciplinas eram discutidas e as decisões eram tomadas. A equipe relatou que não houve dificuldades na integração das disciplinas, pois seus princípios gestores eram muito bem definidos e claros. Além de toda a equipe ser formada em *Lean Construction* e terem três pessoas coordenando todo o processo, utilizaram o *software* de *clash detection* Design Building. Fazendo desse processo, uma compatibilização sequencial.

Para a equipe Yarumo foi bastante complicado trabalhar em conjunto com outras disciplinas, para superar essa dificuldade foi preciso que os professores ajudassem nesse processo de interdisciplinaridade, sendo o Revit citado como um grande aliado para o auxílio na compreensão de como as disciplinas deveriam se encaixar. Assim foi decidido que primeiro se criaria as bases do projeto arquitetônico e depois se encaixaria as demais disciplinas. Dessa forma essa compatibilização pode ser caracterizada como hierárquica.

A compatibilização projetual foi uma grande dificuldade para muitas equipes principalmente por trabalhar a interdisciplinaridade do projeto e por não terem

experiência com projeto. Para suprir essa dificuldade, algumas equipes elegeram coordenadores, outras designaram tarefas para seus integrantes, dividiram-se em grupos de acordo com as disciplinas de projeto e outras se reuniam periodicamente. Apenas duas equipes usaram programas de *clash detection* como o Solid Works (MiHouse) e o Design Building (Vrissa) ver Tabela 7).

As compatibilizações utilizadas pelas equipes se dividiram em três tipos:

- Compatibilização simultânea, onde compatibilização é feita durante o processo de desenvolvimento projetual, ela é realizada durante todo ou quase todo o tempo.
- Compatibilização hierárquica, onde é eleito uma disciplina como base para a realização da compatibilização das demais.
- Compatibilização sequencial, onde há uma sequência para a realização da compatibilização das disciplinas.

Tabela 6 - Tipos de compatibilização utilizadas pelas equipes participantes do SDLAC15.

EQUIPE	SIMULTÂNEA	HIERARQUICA	SECUENCIAL
Calicivita	-	✓	-
Habitec Team	✓	-	-
Heliomet	✓	-	-
HísCali	-	-	✓
Más Huerto + Casa	-	✓	-
La Casa Uruguaya	✓	-	-
MiHouse	-	✓	-
Panamass	-	-	✓
PEI	✓	-	-
Proyecto Ayni	-	✓	-
Kuxtal	-	-	-
UnSolar	-	-	✓
Vrissa	-	-	✓
Yarumo	-	✓	-

Fonte: Próprio autor

Foi possível observar que as equipes utilizaram basicamente seis decisões-chave para realizar a compatibilização de seus projetos (ver Tabela 7), havendo decisões mais recorrentes entre as equipes e outras menos, sendo relatado por algumas equipes que uma das maiores dificuldades foi trabalhar com a interdisciplinaridade do projeto. E apesar de seis (06) equipes terem elegido um coordenador, foi possível observar que os mesmos não sabiam como exercer sua tarefa com eficácia. Por não terem sido treinados para serem coordenadores tinham dificuldade em ordenar as tarefas que deveriam ser feitas pela equipe. Como mostra a Tabela 7, também foi possível observar que não há padrão para a compatibilização, mas há soluções que podem ser associadas e utilizadas em diversas situações, não apenas no Solar Decathlon.

Tabela 7 - Soluções de compatibilização utilizadas pelas equipes participantes do SDLAC15.

EQUIPE	REUNIÕES PERIÓDICAS	REVISÕES PERIÓDICAS	PRESENÇA DE UM COORDENADOR	DESIGNAÇÃO DE TAREFAS	COMP. SILMULTÂNEA AO DESENV. PROJETUAL	DIFICULDADE COM INTERDISCIPLINARIDADE	FORMAÇÃO EM LEAN CONSTRUCTION	USO DE SOFTWARES CLASH DETECTION
Calicivita	-	-	✓	-	-	✓	-	-
Habitec Team	-	-	-	✓	✓	-	-	-
Heliomet	-	-	-	-	✓	✓	-	-
HísCali	✓	✓	-	✓	-	-	-	-
Más Huerto + Casa	✓	-	-	-	-	✓	-	-
La Casa Uruguayaya	-	-	✓	-	✓	-	-	-
MiHouse	✓	✓	-	-	-	-	-	✓
Panamass	✓	-	✓	-	-	-	-	-
PEI	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-
Proyecto Ayni	✓	-	-	-	✓	-	-	-
Kuxtal	-	-	-	✓	-	-	-	-
UnSolar	-	-	-	✓	-	✓	-	-
Vrissa	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓
Yarumo	-	-	✓	-	-	✓	-	-

Fonte: Próprio autor

4.4 EFICÁCIA PROJETUAL

Neste tópico buscou-se seguir o pensamento de Rodríguez (2005) onde ele afirma que para melhorar o processo de compatibilização projetual, é preciso fazer ações que estimulem a formação de equipes cooperativas de trabalho e a integração entre o projeto e a produção. Assim, buscamos compreender quais as decisões tomadas pelas equipes visando a eficácia do projeto e o gerenciamento do tempo disposto para desenvolver o protótipo para o Solar Decathlon, a fim de reunir quais soluções devem ser adotadas para a casa Nordeste. Assim, é explanado como as equipes guiaram os seus projetos, e as soluções adotadas pelas mesmas.

A equipe Más Huerto + Casa criou um grupo de gestão e logística que geria todos os demais grupos, esses eram divididos por disciplinas de projeto e cada um possuía um líder que tinha como responsabilidade coordenar o seu grupo e comunicar-se com os líderes dos outros grupos. Para administrar tais grupos, foram criados cronogramas onde era descrito o que cada um tinha que fazer e qual a data final para a entrega, dando a cada participante uma responsabilidade e um prazo.

A CaliCívita dividiu sua equipe em grupos por disciplinas de projeto que eram coordenados por professores. Para que o desenvolvimento do projeto siga de forma eficaz, eram realizados concursos internos a fim de escolherem as melhores propostas e as melhores soluções para as dificuldades que surgiam.

A Habitect Team optou por selecionar os integrantes da equipe que deveriam estar na conclusão do curso e assim se dedicarem integralmente à competição, foi feito um planejamento de todo trabalho necessário e o tempo que ele demandava e por fim, o protótipo foi construído em escala real antes de participar de participar da competição.

Para uma eficácia projetual a equipe HísCali dividiu seus integrantes em grupos por disciplinas, cada um dos grupos tinha um líder que se comunicava com um coordenador geral. Para a redução do tempo foi criado um cronograma onde era determinada a data para cada entrega de cada grupo.

A equipe da casa Kuxtal dividiu seus integrantes em grupos e por funções, porém não definiu estratégias para a redução do seu tempo de produção.

A La Casa Uruguay também dividiu sua equipe por grupos e funções, mas determinou como ponto chave para a redução do tempo do processo projetual o uso de sistemas construtivos já existentes e que fossem montáveis de forma rápida, esse sistema foi aprimorado e adaptado para a competição.

Assim como a maioria das equipes, a MiHouse se dividiu em grupos, aqui eles foram divididos por especialidades, tendo como chave o uso das regras da competição para guiá-los. Para diminuir o tempo foi feito um cronograma de acordo com as datas do SDLAC15 e dessa maneira, foi realizado um planejamento para que o projeto estivesse pronto em tempo hábil.

A equipe Pei dividiu sua equipe por disciplinas, havendo também a designação de tarefas para cada integrante. Para diminuir o tempo de produção a equipe contou com a presença de um coordenador que era responsável pela decisão das discussões.

A Proyecto Ayni dividiu seus participantes em grupos menores de acordo com as disciplinas projetuais. Cada grupo tinha um líder que consequentemente atuava como coordenador geral. Tendo feita essa divisão, para não desperdiçar tempo, a equipe tomou a decisão de que nenhum projeto complementar era feito sem haver uma conversa e concordância entre os membros dos grupos correspondentes. Para eles, seria um desperdício de tempo avançar uma disciplina sem consultar a outra e precisar refazer alguma etapa.

Assim como a maioria, a equipe Panamass se dividiu em grupos menores separados por disciplina, cada um de seus grupos era coordenado por um professor especialista, os professores se reportavam a um coordenador e esse por sua vez era apoiado por um *project manager*. Buscando a otimização do tempo, foram escolhidos materiais de fácil montagem como containers e placas de *siding* vinílico. Também foi tomada a decisão de contratar profissionais especializados para a montagem da casa e por comprar o mobiliário já pronto.

A equipe Heliomet primeiramente elegeu dois coordenadores, para facilitar a comunicação e trabalhar todas as disciplinas simultaneamente, o restante da equipe foi dividido em grupos de acordo com as disciplinas, como: arquitetura, design de interiores, hidráulica e elétrica. Não foi utilizada nenhuma estratégia para a redução do tempo, levaram muito tempo desenvolvendo o projeto virtualmente e tiveram apenas um mês para planejar sua construção, quais materiais seriam usados e a construção de fato. Essa desorganização levou à punição da equipe, pois terminaram de construir o protótipo faltando apenas três dias para o fim da competição.

A UnSolar elegeu quatro coordenadores, depois dividiram a equipe em quatro grupos que se reportavam aos coordenadores correspondentes. Esses grupos foram divididos por temas; arquitetura, desenho urbano, engenharia e utilização de recursos. Buscando o melhor aproveitamento do tempo, a equipe criou um cronograma e estabeleceu metas para serem entregues em datas pré-programadas.

A equipe Vrissa se dividiu por disciplinas em sete equipes onde cada uma possuía um professor-líder. A fim de trabalhar com mais eficiência foram selecionados apenas alunos no fim do curso e que já tinham passado por estágio, assim, os estudantes já possuíam experiência e tempo livre para se dedicar interinamente ao concurso.

A equipe Yarumo também se dividiu em grupos por disciplinas, formando cinco grupos dentro da equipe, sempre buscando o diálogo rápido, para que nenhuma informação deixasse de ser passada. Outra decisão da equipe foi ter um professor responsável por coordenar cada grupo e um coordenador geral.

Aqui foi possível constatar que as equipes que se preocuparam com a eficácia e com o tempo disponível usaram quase as mesmas soluções: dividiram as equipes em grupos por especialidades, determinaram funções, contaram com a presença de coordenadores e criaram um cronograma de tarefas. Houve também outras estratégias que foram menos utilizadas na eficiência do projeto como: reuniões e revisões periódicas, realização de concursos internos, seleção de integrantes para equipe e escolha do material.

Podemos chamar atenção para as estratégias de redução de tempo usadas pela Habitec Team, a Vrissa, a Panamass e a La Casa Uruguaya que foram totalmente

diferentes das demais, duas (Habitec Team e Vrissa) optaram por trabalhar apenas com alunos no fim do curso para ter dedicação exclusiva e as outras, por escolherem um sistema construtivo de fácil montagem, mostrando que o planejamento influencia no resultado final tendo em vista que a Habitec Team ficou em primeiro lugar no quesito arquitetura e a La Casa Uruguaya foi a vencedora da competição.

Tabela 8 - Soluções para eficiência projetual utilizadas pelas equipes participantes do SDLAC15.

EQUIPE	DIVISÃO EM GRUPOS	REUNIÕES PERIÓDICAS	DESIGNAÇÃO DE TAREFAS	CRIAÇÃO DE CRONOGRAMA	REVISÕES PERIÓDICAS	PRESENÇA DE COORDENADORES	REALIZAÇÃO DE CONCURSOS INTERNOS	SELEÇÃO DE INTEGRANTES PARA EQUIPE	ATENÇÃO NA ESCOLHA DO MATERIAL	NÃO HOUVE PLANEJAMENTO
Calicivita	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-
Habitec Team	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-
Heliomet	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓
HísCali	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-
Más Huerto + Casa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
La Casa Uruguaya	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-
MiHouse	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-
Panamass	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-
PEI	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-
Proyecto Ayni	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-
Kuxtal	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓
UnSolar	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-
Vrissa	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-
Yarumo	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-	-

Fonte: Próprio autor

4.5 DESPERDÍCIO DE MATERIAIS

Por se tratar de uma competição com foco na sustentabilidade, nesse item serão listadas as soluções adotadas pelas equipes competidoras para evitar o desperdício de materiais. Ao fim serão apontados alguns pontos que podem ser adotados pela equipe da Casa Nordeste.

A equipe Más Huerto + Casa buscando evitar o desperdício de materiais, optou por modular as medidas utilizadas no mercado, assim, todos os elementos construtivos já vinham na medida certa para o protótipo.

A Calicivita decidiu que uma boa forma de evitar desperdícios de materiais era utilizar material reciclado na rampa de acesso e no *deck*, também foi pensado na modulação do piso para que cada peça se encaixasse e assim não houvesse necessidade de fazer cortes.

A equipe Habitec Team adotou esse tópico como uma premissa, para isso, foi feito um planejamento de todo o trabalho e tempo que seriam demandados, além de serem feitas planilhas contabilizando todos os materiais a serem utilizados.

A equipe HísCali também criou planilhas para quantificar todos os materiais que seriam usados. Foram feitos também, cálculos e detalhamentos para prever exatamente tudo o que seria usado no protótipo.

A equipe da Kuxtal relatou que escolheram usar materiais e sistemas construtivos pré-fabricados, pois ao chegarem à obra poderiam ser montados sem que houvesse alteração e conseqüentemente desperdício.

Para a construção da La Casa Uruguaya foi escolhido utilizar madeira, onde foi feito um planejamento de todas as peças que seriam usadas, assim, as peças eram detalhadas e enviadas a uma serralheria onde eram cortadas de acordo com o desenho.

Já a MiHouse optou por usar peças pré-fabricadas de concreto produzidas em três módulos definidos previamente de modo a não sobrar nenhum material, o mesmo

foi feito com as fachadas e as persianas. Segundo a equipe, o pouco material que sobrou foi usado para nivelar o protótipo no terreno.

Na contramão das demais equipes a Pei não teve planejamento acarretando em um grande montante de materiais desperdiçados.

A Proyecto Ayni optou por trabalhar com a modulação da casa, para isso foi planejado o uso de peças inteiras de madeirado para a montagem das paredes, teto e piso, garantindo um desperdício mínimo.

Da mesma forma que a Pei, a Heliomet não teve nenhum planejamento de desperdício, apenas se tinha cuidado com os materiais devido ao orçamento curto.

Já a equipe UnSolar, buscando evitar o desperdício de materiais, projetou toda casa como múltipla de 3(três), dessa forma, as paredes tinham 3 x 2,80m, as janelas 90cm e assim por diante.

A Vrissa utilizou como estratégia dimensionar toda a casa com múltiplos das placas de fechamento, fazendo com que houvessem menos peças cortadas e menos desperdício.

Da mesma forma a Yarumo optou por fazer a modulação na casa e também no mobiliário, outra estratégia foi usar elementos de divisão pré-moldados, todas as paredes eram em placas de concreto pré-fabricadas.

Mesmo se tratando de uma competição de cunho ambiental, foi possível observar que esse item não era uma exigência da competição, pois das 14 equipes, três relataram não ter tido nenhuma preocupação com o desperdício de materiais, as mesmas relataram que houve uma alta sobra de material devido à falta de planejamento. Porém foi observado que a maioria das equipes (11 equipes) se preocupou com o impacto que a construção traria e buscaram soluções para tal como pode ser visto no quadro abaixo. Algumas dessas soluções se repetiram em várias equipes, sendo uma delas a preocupação na hora de escolher os materiais (utilizada por 6 equipes) e a modulação das medidas do protótipo (utilizada por 5 equipes).

Tabela 9 - Soluções para evitar o desperdício de materiais utilizadas pelas equipes participantes do SDLAC15.

EQUIPE	MODULAÇÃO DAS MEDIDAS DO PROTÓTIPO	MODULAÇÃO DOS MATERIAIS	ESCOLHA DOS MATERIAIS	ESCOLHA DOS SISTEMAS CONTRUTIVOS	QUANTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	NÃO HOUVE PLANEJAMENTO
Calicivita	-	✓	✓	-	-	-
Habitec Team	-	-	✓	-	✓	-
Heliomet	-	-	-	-	-	✓
HísCali	-	-	-	-	✓	-
Más Huerto + Casa	✓	-	-	-	-	-
La Casa Uruguay	-	✓	✓	-	-	-
MiHouse	✓	-	-	✓	-	-
Panamass	-	-	-	-	-	✓
PEI	-	-	-	-	-	✓
Proyecto Ayni	-	✓	-	-	-	-
Kuxtal	-	-	✓	✓	-	-
UnSolar	✓	-	-	-	-	-
Vrissa	✓	-	✓	-	-	-
Yarumo	✓	-	✓	-	-	-

Fonte: Próprio autor

4.6 CONTROLE DE QUALIDADE

Neste tópico, serão explanados sobre as decisões tomadas pelas equipes a fim de manterem um controle de qualidade sobre o produto a ser desenvolvido. Aqui também buscamos reunir algumas soluções a ser adotadas por outras equipes que venham a competir no Solar Decathlon.

A estratégia utilizada pela equipe Más Huerto + Casa para o controle de qualidade do protótipo, foi fazer revisões periódicas dos materiais gráficos produzidos pelos grupos como: plantas baixas, elevações, cortes, modelagens virtuais, simulações térmicas e lumínicas, etc. Para isso, a equipe elegeu o grupo de gestão e logística para ficar encarregado por essas revisões.

A equipe Calicívita focou no controle de qualidade apenas do controle térmico da casa. Criando estratégias para o controle da temperatura da água e do conforto térmico no interior da casa. Dessa maneira, foram feitas revisões e análises dos materiais produzidos (plantas baixas, modelos 3D e simulações térmicas) pela equipe até alcançar o considerado ideal pela mesma.

Já a Habitec Team, utilizou como estratégia do controle de qualidade de seu protótipo, a busca por empresas fornecedoras e patrocinadoras com controle de qualidade e certificação ecológica das matérias primas e dos materiais produzidos. Assim, foi possível ter certeza de que o produto final teria uma boa qualidade nos seus materiais.

Para manter o controle de qualidade do projeto, a equipe HísCali contou com professores especialistas em áreas distintas e eles se responsabilizaram por fazer revisões no material produzido pela equipe para a execução do protótipo.

As equipes responsáveis pelas casas Kuxtal e La Casa Uruguay admitiram que não houve nem estratégia e nem planejamento para o controle de qualidade do projeto.

Para a equipe MiHouse, a maior estratégia para o controle de qualidade foi a mesma usada pela HísCali, escolher atentamente os materiais usados na casa e os fornecedores dos módulos pré-fabricados.

Já a Pei designou tarefas aos integrantes lhes dando responsabilidades, para que cada um tivesse o cuidado de executar sua tarefa de forma correta.

A estratégia usada pela Proyecto Ayni para manter o controle de qualidade foi a equipe fazer consultorias semanais com professores e especialistas para tirar dúvidas e resolver impasses projetuais.

Enquanto o que a Heliomet fez para manter o controle de qualidade foi dividir a equipe em duplas, pois a casa era em compensado e os próprios integrantes estavam fazendo os cortes e montagem das peças. Assim peças similares seriam feitas pelas mesmas pessoas, evitando que as peças ficassem diferentes.

A equipe UnSolar não se preocupou com controle de qualidade, relatando inclusive que os móveis foram comprados e não cabiam no interior da casa. Conseqüentemente, fazendo com que a equipe os adaptassem para que pudessem ser usados.

Como foi dito no tópico 4.3 Compatibilização Projetual, a equipe Vrissa era toda formada em Lean Construction, assim, o controle de qualidade era um fator chave do projeto. Buscando esse controle de qualidade, foram feitas varias revisões das soluções adotadas e dos materiais desenvolvidos, foi feita também a modelagem no Revit e no Solid Works para evitar que o projeto chegasse com interferências na construção.

A equipe Yarumo buscou o controle de qualidade do projeto como um todo, para isso foram estudadas soluções bioclimáticas e a qualidade de vida do usuário dentro da casa. Para alcançar esse objetivo foi preciso fazer revisões dos materiais gráficos produzidos e simulações realizadas, para corrigi-los e alcançar o que se considerou ideal pela equipe.

No geral as equipes adotaram quatro soluções para o controle de qualidade (ver Tabela 10), sendo a revisão do material gráfico produzido a mais constante, utilizada

por seis equipes. Houve também três equipes que (La Casa Uruguaya, Kuxtal e UnSolar) não fizeram planejamento algum para manter o controle de qualidade do protótipo.

Tabela 10 - Soluções adotadas pelas equipes do SDLAC15 para o controle de qualidade.

EQUIPE	DESIGNAÇÃO DE TAREFAS	REVISÃO DO MATERIAL GRÁFICO	BUSCA POR EMPRESAS ESPECÍFICAS	ESCOLHA DOS MATERIAIS	FORMAÇÃO EM LEAN CONSTRUCTIO	NÃO HOUE PLANEJAMENTO
Calicivita	-	✓	-	-	-	-
Habitec Team	-	-	✓	-	-	-
Heliomet	✓	-	-	-	-	-
HísCali	-	✓	-	-	-	-
Más Huerto + Casa	-	✓	-	-	-	-
La Casa Uruguaya	-	-	-	-	-	✓
MiHouse	-	-	✓	✓	-	-
Panamass	-	-	-	✓	-	-
PEI	✓	-	-	-	-	-
Proyecto Ayni	-	✓	-	-	-	-
Kuxtal	-	-	-	-	-	✓
UnSolar	-	-	-	-	-	✓
Vrissa	-	✓	-	-	✓	-
Yarumo	-	✓	-	-	-	-

Fonte: Próprio autor

4.7 INCOMPATIBILIDADES

Neste tópico, entendemos as incompatibilidades como as interferências e dificuldades relatadas em todo o processo projetual, tanto na integração das disciplinas quanto nas relações profissionais dentro das equipes.

Para o entrevistado da equipe Más Huerto + Casa, as incompatibilidades surgidas foram relacionadas à falta de experiência dos participantes em trabalhar com profissionais de disciplinas distintas e saber ponderar as decisões entre as mesmas. Para solucionar esse obstáculo foi criada uma hierarquia dentro da equipe e os conflitos eram resolvidos em reuniões entre os líderes.

Enquanto na Calicívita as incompatibilidades se deram no âmbito das relações e definições de funções entre arquitetos e desenhistas industriais, sendo esse quesito solucionado através de decisões do coordenador.

O entrevistado da equipe Habitec Team não exemplificou quais foram as incompatibilidades, mas explicou que os conflitos que surgiam iam sendo resolvidos. Esta estratégia acarretou em uma construção sem conflito devido ao desenvolvimento integrado do projeto.

A equipe HísCali enfrentou dois problemas de compatibilização, um era o tempo que se julgava não ser suficiente e outro foi o quesito comunicação. Devido ao fuso horário, ficava complicada a comunicação entre os integrantes da equipe. Para solucionar o primeiro problema foi feito um cronograma e esse deveria ser cumprido por toda equipe e o segundo foi solucionado a partir da determinação de um horário toda semana para a realização de reuniões via Skype.

Para a equipe da casa Kuxtal, a incompatibilidade que ocorreu foi como integrar os sistemas construtivos escolhidos pela equipe ao projeto arquitetônico desenvolvido. Assim a equipe foi dividida em grupos e foram designadas tarefas para cada participante até que conseguissem concluir o projeto para que o mesmo fosse construído sem incompatibilidades.

A incompatibilidade enfrentada pelos participantes da La Casa Uruguaya foi a de decidir entre todos os integrantes da equipe – uma vez que as decisões eram tomadas

em conjunto – quais eram as melhores soluções para a integração dos projetos. Para solucionar esse ponto, foram feitas reuniões semanais onde a equipe listava os prós e contras de cada solução até chegarem a um resultado final.

Foi relatado pela equipe MiHouse que a incompatibilidade enfrentada foi com as instalações elétricas. Havia sido definido que as instalações elétricas seriam aparentes nas paredes e forro, porém a espessura da parede (8cm) não permitia que as tubulações fizesse, as curvas necessárias de uma parede a outra. A solução encontrada foi a de passar as tubulações elétricas por cima do forro e deixá-las aparentes apenas nas paredes.

A equipe Pei teve conflitos entre os integrantes, pois como foi visto anteriormente, cada um tinha sua função e um prazo para entregar sua tarefa, porém alguns não cumpriam o prazo, atrasando o cronograma geral da equipe. Outra incompatibilidade foi a pouca captação de recursos financeiros para executar o projeto desenvolvido, levando a equipe a buscar por soluções construtivas mais simples e baratas.

A equipe Proyecto Ayni relatou incompatibilidade ao integrar a disciplina de hidrossanitária ao projeto arquitetônico, pois o protótipo era todo em madeira e não queriam que as vigas fossem perfuradas para passar a tubulação hidráulica. Para solucionar esse ponto foi necessário refazer todo o núcleo de área molhada da casa, como banheiro, área de serviço e cozinha.

A Panamass teve incompatibilidades com o planejamento do cronograma, a equipe chegou à data de montar o protótipo e ainda não havia finalizado o projeto executivo, para solucionar esse ponto foi preciso esperar a equipe de projeto e fazer com que eles trabalhassem mais rápido para que a equipe de construção pudesse começar a trabalhar. Outra incompatibilidade, também por falta de planejamento de logística e gestão, foram comprados dois *containers* de tamanhos distintos, então quando colocados lado a lado os pisos não coincidiam, para nivelar os pisos foi preciso cortar um dos containers e nivelá-los.

A equipe Heliomet teve incompatibilidade no mesmo ponto que a Proyecto Ayni, na integração do projeto hidrossanitário ao projeto arquitetônico. Sendo relatado pela equipe que a falha ocorreu por falta de conhecimento e experiência, pois construíram

as paredes e os pisos antes de instalar as tubulações. Para solucionar essa falha, foi preciso furar algumas paredes e elevar o piso da área molhada do protótipo e assim passar a tubulação hidrossanitária numa espécie de piso elevado.

A equipe UnSolar relatou que a incompatibilidade vivenciada pela equipe foi a dificuldade de comunicação entre arquitetos e engenheiros. Foram necessárias reuniões semanais para que fossem estabelecidos limites de escopo de trabalho para cada um.

A Vrissa teve dificuldade nas interpretações das regras do concurso, fazendo com que a equipe tivesse dificuldade para adaptar o projeto às normas. Para solucionar esses impasses foi preciso muito diálogo com a organização do concurso e seus especialistas de cada área.

A equipe Yarumo relatou apenas incompatibilidades de ideias entre os membros da equipe. Isto foi solucionado através de conversas entre integrantes e coordenadores.

Os maiores problemas de incompatibilidades relatados pelas equipes no SDLCA15 foram com relação às dinâmicas internas das equipes. Houve dificuldade de adaptação dos alunos em trabalhar a interdisciplinaridade de um projeto, houve dificuldade na comunicação dentro da equipe. Deixando claro que os participantes não sabiam diferenciar o que era gestão de projeto, o que era coordenação de projeto e o que era compatibilização de projetos.

Para solucionar esses impasses encontrados pelas equipes foram tomadas decisões já citadas anteriormente como: hierarquizar obrigações e funções, para que haja alguém mais experiente para resolver possíveis conflitos entre os grupos de diferentes disciplinas. Estabelecimento de reuniões periódicas para que as dúvidas surgidas entre os grupos sejam resolvidas com diálogos. As equipes que enfrentaram incompatibilidades de cunho construtivo foram àquelas que não planejaram todo o processo de desenvolvimento projetual, acarretando em dificuldades na hora da construção.

5. DISCUSSÃO

Aqui discutem-se os resultados das análises dos dados levantados no Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015 contextualizando-os com o desenvolvimento do protótipo da Casa Nordeste.

5.1 SOFTWARES UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

Através das análises feitas a partir dos relatos dados pelos participantes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, foi possível constatar que foram usados pelas equipes diversos *softwares* para auxiliar o processo projetual. Foram adotados programas de análises e simulações bioclimáticas, de computação gráfica e de desenvolvimento projetual em si, tanto bidimensional quanto tridimensional. Foi relatada a obrigatoriedade do uso de *softwares* BIM e que isso facilitou bastante o processo de desenvolvimento projetual, fazendo com que membros das equipes que não tinham conhecimento sobre como funcionava a interação entre as disciplinas projetuais passassem a compreender essa interação. Sendo o Revit o *software* mais utilizado pelas equipes devido à sua facilidade de acesso e interface; outros *softwares* BIM utilizados com menos frequência foram o Archicad e o Piero BIM.

A obrigatoriedade de utilizar *softwares* BIM, fez com que as equipes se adaptassem ao sistema e à metodologia dos programas. Por vezes precisando que alguém ficasse responsável apenas para utilizar o *software* ou de haver treinamento de toda a equipe para utilizá-lo. Mesmo havendo algumas dificuldades em se adaptar ao sistema BIM, as equipes relataram que o desenvolvimento projetual foi otimizado, facilitando tanto o processo criativo como a integração das disciplinas.

Visto isso, é possível afirmar que é preciso que os participantes da Casa Nordeste estejam familiarizados com programas BIM. Dessa forma o processo de desenvolvimento projetual possivelmente ocorrerá com mais fluidez e facilidade.

5.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

De acordo com as entrevistas coletadas, foi possível observar que no quesito processo de desenvolvimento projetual da equipe estabeleceu seu próprio roteiro de como guiar o projeto. Também foi observado que algumas das soluções adotadas pelas equipes poderiam ser mescladas, pois foram de grande auxílio durante o processo. Dessa forma, é sugerida uma sequência de desenvolvimento para auxiliar no processo projetual, sendo ela: o estudo e análises das regras e normas do concurso, revisão dos projetos participantes de pelo menos duas edições anteriores do concurso, delimitação de um partido e de princípios que devem gerir o projeto.

Caso a equipe decida seguir os passos acima, o que deve ser feito é desenvolver um plano urbano, pois é o primeiro trabalho a ser analisado pela comissão do concurso para a seleção das equipes participantes. Em paralelo a equipe deve buscar fazer as definições arquitetônicas para em seguida integrar as disciplinas complementares, buscando fazer o projeto de forma integrada. Assim, todas as disciplinas são desenvolvidas e inseridas em conjunto e com todos os profissionais trabalhando em conjunto para que não haja interferência entre os projetos complementares.

5.3 COMPATIBILIZAÇÃO PROJETUAL

No quesito compatibilização projetual, foi possível observar que as equipes tiveram dificuldades com a interdisciplinaridade e devido à falta de experiência dos participantes. Para concluírem os projetos e participarem do evento as equipes utilizaram basicamente seis decisões-chave (ver Tabela 7) para realizar a compatibilização de seus projetos, sendo elas: reuniões periódicas, revisões periódicas, presença de coordenador, designação de tarefas, compatibilização simultânea ao desenvolvimento projetual, formação em *Lean Construction* e uso de *softwares* de *clash detection*. Também foi possível observar através das entrevistas que as compatibilizações se dividiram em três tipos: simultânea, hierárquica e sequencial.

Assim, sugerimos que a melhor maneira de compatibilizar um protótipo do Solar Decathlon é primeiro, dividir a equipe em grupos e escolher coordenadores que fiquem responsáveis por cada grupo; definir reuniões periódicas entre toda a equipe para definições e tomadas de decisões projetuais; além de fazer uso de softwares facilitadores da compatibilização como os softwares de *clash detection*.

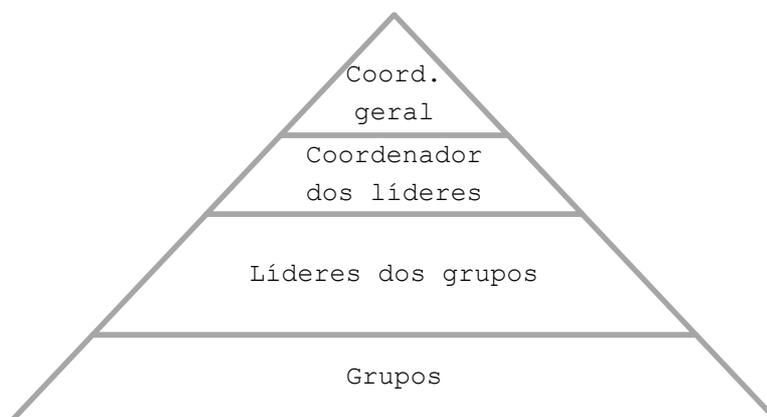
5.4 EFICÁCIA PROJETUAL

Com relação à eficácia projetual, cada equipe se organizou de uma forma buscando alcançar o melhor resultado possível. Assim, foram reunidas aqui as melhores estratégias para desenvolver o projeto de forma eficaz e com aproveitamento do tempo disponibilizado pela competição.

Baseado no resultado final da competição onde as equipes La Casa Uruguay, Calicivita e HísCali ficaram em primeiro, segundo e terceiro lugar respectivamente, mostrando a eficácia da estrutura utilizada pelas mesmas. Recomenda-se que haja uma hierarquização de funções dentro da equipe, fazendo com que sempre haja um superior responsável pelos demais, os líderes e coordenadores devem ser preferencialmente professores.

Essa hierarquização (ver figura 04) deve vir seguida de uma divisão de grupos, onde cada grupo deve ter determinado a sua função, seu plano de trabalho cursado e seu cronograma organizado. Dessa maneira, o processo projetual fica organizado e não há sobrecarga de funções ou tarefas em nenhum grupo ou pessoa.

Figura 13 - Hierarquização de funções.



Fonte: Próprio autor

5.5 DESPERDÍCIO DE MATERIAIS

De acordo com as entrevistas realizadas, foi possível observar que esse item não era uma exigência da competição. Ainda assim, a maioria das equipes teve a preocupação com o impacto que a construção traria para o meio ambiente e buscaram soluções para tal. As soluções utilizadas foram: modulação das medidas do protótipo, modulação dos materiais, escolha dos materiais, escolha dos sistemas construtivos e quantificação dos materiais.

As equipes que não planejaram as quantidades dos materiais utilizados relataram que o montante de materiais desperdiçados foi alto. A fim de evitar desperdícios de materiais, a equipe da casa Nordeste deve buscar contabilizar os materiais a serem utilizados, recomenda-se também buscar o uso de materiais pré-fabricados e modulação do projeto.

5.6 CONTROLE DE QUALIDADE

No ponto que questionava sobre o controle de qualidade dos protótipos, foi observado que cinco soluções foram adotadas pelas equipes, são elas: designação de tarefas, revisão do material gráfico, busca por empresas específicas (com controle de qualidade e com certificação ambiental), escolha dos materiais a serem usados e formação em *Lean Construction*.

Desse modo, a equipe que deseja alcançar um bom controle de qualidade do seu projeto, deve aliar as cinco soluções adotadas aqui com as soluções adotadas no projeto para evitar o desperdício de materiais. Assim, a equipe deve buscar modular o protótipo e manter revisões periódicas de todo o projeto; outro ponto importante é a busca por fornecedores de materiais que tenham um bom padrão de materiais e controle de qualidade dos mesmos. Além da preocupação com a constância das revisões e da qualidade dos materiais empregados, os membros da equipe devem estar bem treinados e preparados para os desafios da competição.

5.7 INCOMPATIBILIDADES

No quesito incompatibilidade foi observado que a inexperiência dos integrantes das equipes foi o que mais pesou. Participantes de equipes relataram pouca experiência em trabalhar interdisciplinarmente, falhas de comunicação, dificuldades em encaixar o cronograma acadêmico ao da competição, além de dificuldades em diferenciar gestão projetual de coordenação e de compatibilização. Para solucionar essas possíveis incompatibilidades ou dificuldades de operacionalizar o trabalho é sugerido mais uma vez a divisão da equipe em grupos. Assim é viabilizada também a designação de tarefas, o estabelecimento de cronogramas e metas, a presença de coordenadores, bem como uma hierarquização de tarefas e funções.

Foi possível observar também que as equipes que enfrentaram incompatibilidades no âmbito da construção do protótipo foram as que não fizeram o planejamento do processo de desenvolvimento projetual ou que não concluíram esse planejamento. Isto, acarretou em dificuldades na hora da construção. Dessa forma, é indicado que a equipe Casa Nordeste atente para o planejamento do processo de desenvolvimento projetual.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos da análise dos dados foi possível concluir que:

- Mesmo havendo soluções comuns a algumas equipes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015, cada uma possuía alguma singularidade na forma de compatibilizar o projeto;
- Houveram três tipos de compatibilização utilizados (simultânea, hierárquica e sequencial) pelas equipes, houveram também soluções de compatibilização que podem ser usadas na Casa Nordeste;
- Foi possível reunir soluções que auxiliem a compatibilização da Casa Nordeste;
- Também foi possível reunir orientações de como deve ser desenvolvido todo o projeto do Solar Decathlon, desde os primeiros passos até a execução;
- Foi possível levantar recomendações de como a equipe Casa Nordeste deve se organizar para trabalhar harmonicamente em conjunto. Como subdivisão de grupos, eleição de um coordenador, criação de cronogramas, utilização de programas de *clash detection*, reuniões periódicas, etc.

Diante disto, é possível afirmar que os objetivos propostos nessa pesquisa foram alcançados e ultrapassados. Além dos objetivos iniciais também foi possível compreender o processo de desenvolvimento projetual das equipes do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

Foi possível observar também a importância do conhecimento sobre a compatibilização projetual, pois muitas equipes apresentaram dificuldades em diferenciar a compatibilização propriamente dita da coordenação e do gerenciamento do projeto. Sendo demonstrado pelos participantes a constante dificuldade em trabalhar a interdisciplinaridade de um projeto arquitetônico. Essa dificuldade relatada pelos participantes traz consigo o alerta para a necessidade da abordagem da compatibilização projetual em cursos de Arquitetura, Engenharias e demais disciplinas envolvidas na indústria da construção civil. O ensino de métodos, processos, técnicas e ferramentas de integração e compatibilização de projetos ajudará, a preparar o aluno

para o mercado de trabalho e adversidades que serão encontradas por ele na prática profissional.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10520**: Informações e documentação - Citações em documentos: Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR14724**: Informações e documentação - Trabalhos acadêmicos: Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR5674**: Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação de Mestrado. UFSC: Florianópolis, 2007.

CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. Dissertação de Mestrado. Ouro Preto, 1999.

COELHO, S. B. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: VIII Workshop Brasileiro - Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Gestão de Projetos no Brasil e no Mundo. São Paulo, 2008.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia *bim* para a compatibilização de projetos**. Dissertação de Mestrado. Ouro Preto, 2013.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2ª ed. - Porto Alegre, 2007.

DAMIAN, P.; YAN, H. **Benefits and Barriers of Building Information Modeling**. Department of Civik and Building Engineering, Loughborough University, UK. 2007.

EASTMAN, C. M. *et al.* **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. Nova Jersey, 2008.

FERREIRA, R.C. Os diferentes conceitos adotados entre gerência, coordenação e compatibilização de projeto na construção de edifícios. In: Workshop Nacional de

Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, **Anais**, São Carlos, USP, 2001. Artigo técnico.

FERREIRA, S. L. Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo, 2011.

GRAZIANO, F. P. Compatibilização de Projetos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo, 2003.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. O Processo de Projeto e A Qualidade dos Edifícios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU '96 - **Anais**. São Paulo.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese de Doutorado. São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B.. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MELHADO, S. B.; VIOLANI, M. F. A **Qualidade na Construção Civil e o Projeto de Edifício**. São Paulo, 1992. (Texto Técnico do Departamento de Engenharia da Construção Civil TT/PCC/02)

MIKALDO JR, J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

MIKALDO JR., J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, 2008.

NÓBREGA JÚNIOR, C. L.; MELHADO, S. B. Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Paulo, v.08, p.69-89, jan./jun. 2013.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1996.

NOVAES, C.C. Projeto de vedações como instrumento da compatibilização de projetos na construção de edifícios. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, **Anais**, Recife, UFP, 1999. Artigo técnico.

PHIRI, M. **Information technology in Construction Design**. Thomas Telford Ltd. Londres, 1999.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. Tese de Doutorado. São Paulo, 1993.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. **Anais**. Porto Alegre, PUCRS, 2002.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. Fortaleza, 2001.

RODRÍGUEZ, M. A. R. **Coordenação de projetos: Uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. Tese – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. Florianópolis, 2000.

SOARES, C. C. P.; QUALHARINI, E. L. **Organizando o escritório de projetos para a era da informática – Considerações Metodológicas**. In: VII Encontro Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Florianópolis, 1998.

SOIBELMAN, L.; CALDAS, C. H. S. O uso de extranets no gerenciamento de projetos: o exemplo norte americano. **Anais**. VIII Encontro Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Salvador, 2000.

SOLANO, R. S. Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais. In: Workshop de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. **Anais**. Florianópolis, UFSC, 2005.

SOUZA, F. J. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado – Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2010.

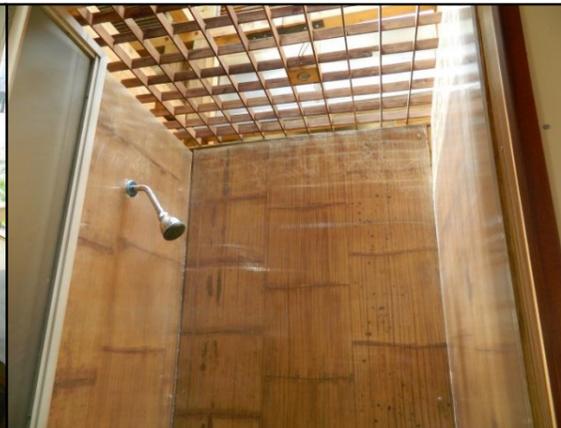
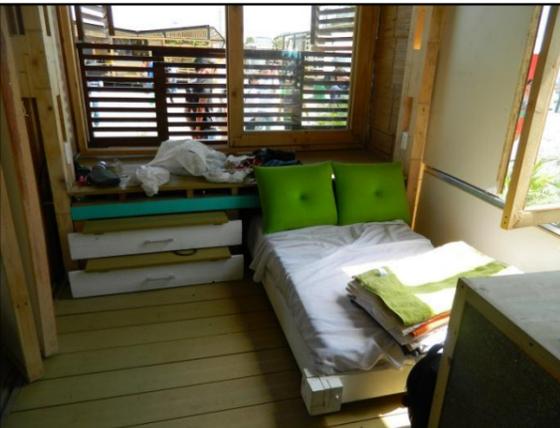
YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

**APÊNDICE A – FOTOS DAS
CASAS PARTICIPANTES DO
SDLAC15 RETIRADAS PELA
AUTORA**

EQUIPE CALICIVITA



EQUIPE HABITEC TEAM



EQUIPE MÁS HUERTO + CASA



EQUIPE HÍSCALI



EQUIPE TEC DE MONTERREY



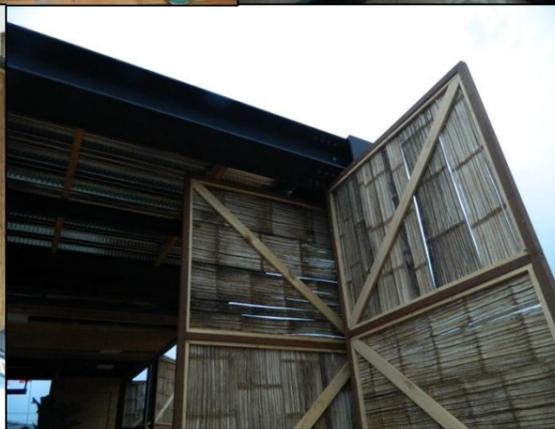
EQUIPE LA CASA URUGUAYA



EQUIPE MIHOUSE



EQUIPE PEI



EQUIPE PROYECTO AYNÍ



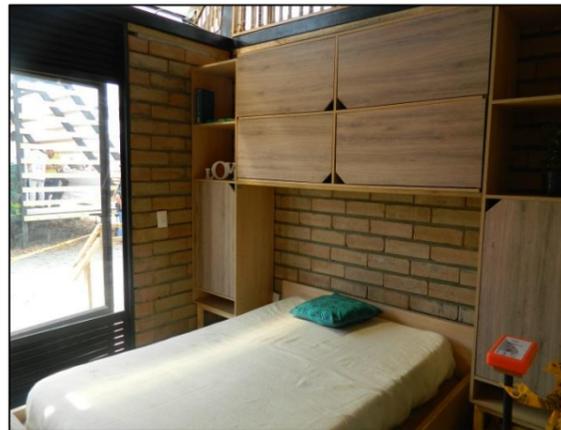
EQUIPE PANAMASS



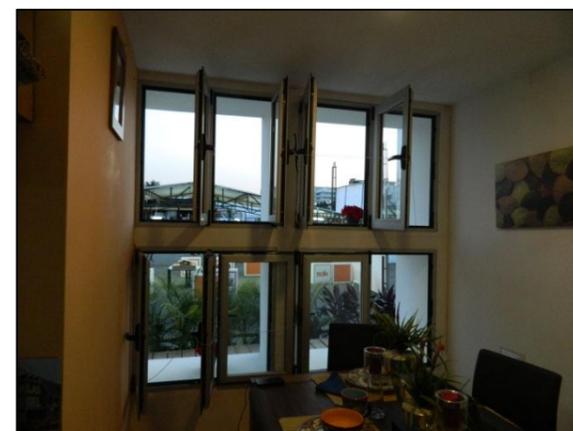
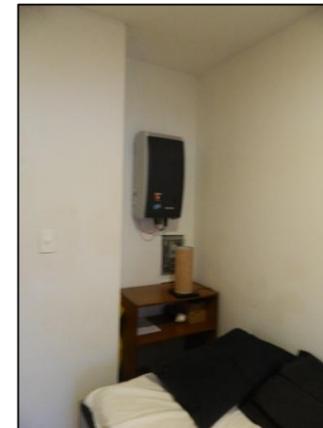
EQUIPE HELIOMET



EQUIPE UNSOLAR



EQUIPE VRISSA



EQUIPE YARUMO



APÊNDICE B – FICHA DE APOIO PARA OBSERVAÇÃO IN LOCO

Check List do projeto	
Casa Solar Decathlon	
Dia e hora	
Projeto Arquitetônico -> Observação do que foi visto (Fechamentos, esquadrias, proteções, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
OBSERVAÇÕES	
	<input checked="" type="checkbox"/>
Vedações	
Janelas	
Portas	
Sistema de Brises	
Isolamento Acústico	
Isolamento térmico	

Check List do projeto	
Casa Solar Decathlon	
Dia e hora	
Projeto hidráulico -> Observação do que foi visto (Materiais usados, tubulações, captação e reutilização de águas, inserção no projeto, inconformidades, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> 
OBSERVAÇÕES	
	<input checked="" type="checkbox"/>
Tubulação	
Reservatório de água	
Bomba de água	
Reservatório de águas cinzas	
Sistema de captação de águas pluviais	
Reservatório de águas pluviais	
Reservatório de armazenamento	
Aquecimento solar de água	

Check List do projeto	
Casa Solar Decathlon	
Dia e hora	
Projeto de prevenção contra incêndio -> Observação do que foi visto (equipamentos, quais os materiais, tubulação, inserção no projeto, inconformidades, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
OBSERVAÇÕES	
	<input checked="" type="checkbox"/>
Tubulação	
Sprinklers	
Hidrante	
Algo mais...	

Check List do projeto	
Casa Solar Decathlon	
Dia e hora	
Projeto Mecânico -> Observação do que foi visto (equipamentos de captação de energia, sistema de condicionamento de ar, quais os materiais, inserção no projeto, inconformidades, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
OBSERVAÇÕES	
Painéis fotovoltaicos	<input checked="" type="checkbox"/>
Sistema de condicionamento de ar	
Tubulação de ar	
Algo mais...	

Check List do projeto	
Casa Solar Decathlon	
Dia e hora	
Projeto Elétrico -> Observação do que foi visto (Localização do quadro geral, pontos elétricos, fiação, sistema de som, internet, painel de monitoramento, quais os materiais, inserção no projeto, inconformidades, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> 
OBSERVAÇÕES	
Quadro geral de energia	<input checked="" type="checkbox"/>
Interruptores	
Tomadas	
Passagem da fiação elétrica	
Pontos de Luz	
Sistema de som	
Internet	
Painel de monitoramento	

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTAS

Roteiro de entrevista em português

Oi, meu nome é Marília Cavalcanti, sou estudante de mestrado da Universidade Federal da Paraíba e minha pesquisa é focada em compatibilização de projeto. Minha coleta de dados é a partir desta entrevista que eu vou aplicar com você agora.

- 1) Quais *softwares* foram utilizados no desenvolvimento do projeto?
- 2) O uso desses *softwares* facilitou ou dificultou alguma etapa do desenvolvimento do projeto?
- 3) Descreva qual foi a sequência do desenvolvimento do processo de projeto.
- 4) Como foi feita a compatibilização das disciplinas de projeto?
- 5) Quais decisões foram tomadas para facilitar a compatibilização dos projetos?
- 6) Ao longo do processo de projeto, quais foram as maiores dificuldades para integrar as disciplinas de projeto?
- 7) Como as equipes foram divididas para que o desenvolvimento do projeto fosse o mais eficaz possível?
- 8) Quais estratégias foram feitas para reduzir o tempo de desenvolvimento do projeto?
- 9) Quais decisões de projeto foram tomadas para diminuir o desperdício de materiais na obra?
- 10) Quais estratégias foram tomadas visando garantir um maior controle de qualidade do projeto?
- 11) Quais as incompatibilidades surgiram ao longo do processo de projeto?
- 12) Como essas incompatibilidades foram solucionadas?

Roteiro de entrevista em inglês

Hi, my name is Marilia Cavalcanti, I am Brazilian and I'm here to collect data for my master's research. I am a master student at Universidade Federal da Paraíba, the federal university of my state and my research is focused on compatibility of project. My data collection is based on this interview I'm going to do with you now.

- 1) What softwares were used to develop the project?
- 2) The usage of these softwares made any stage of the development easier or harder?
- 3) Describe how was the sequence of the project development process.
- 4) How the compatibility of the design disciplines were made?
- 5) What decisions have been made to facilitate the compatibility of the projects?
- 6) Throughout the design process, what were the biggest challenges to integrate design disciplines?
- 7) How the teams were divided so that the project development was as effective as possible?
- 8) What strategies have been created to reduce project development time?
- 9) Which design decisions have been taken to reduce the waste of materials in the construction?
- 10) What strategies have been created in order to ensure a greater quality control in the project?
- 11) Which incompatibilities have emerged over the design process?
- 12) How do these incompatibilities were solved?

Roteiro de entrevista em espanhol

Hola, mi nombre es Marilia Cavalcanti, soy brasileña y estoy aquí para realizar la colecta de datos de investigación para mi maestría. Soy estudiante de posgrado de la Universidad Federal de Paraíba (Brasil) y mi investigación se centra en la compatibilización del proyecto arquitectónico.

- 1) ¿Qué softwares fueron utilizados para desarrollar el proyecto?
- 2) ¿El uso de estos software facilitó o dificultó alguna etapa de desarrollo del proyecto?
- 3) Describa cual fue la secuencia de desarrollo del proceso proyectual.
- 4) ¿Cómo fue realizada la compatibilización de las disciplinas de proyecto?
- 5) ¿Qué decisiones se han tomado para facilitar la compatibilidad de los proyectos?
- 6) Durante el proceso de proyecto, ¿cuáles fueron las mayores dificultades para integrar las disciplinas de proyecto?
- 7) ¿Como se dividieron los equipos para que el desarrollo del proyecto fuese lo mas eficaz posible?
- 8) ¿Qué estrategias se utilizaron para reducir el tiempo de desarrollo del proyecto?
- 9) ¿Qué decisiones de proyecto fueron tomadas para reducir el desperdicio de materiales en la obra?
- 10) ¿Qué estrategias fueron adoptadas a fin de garantizar un mejor control de calidad del proyecto?
- 11) ¿Cuáles fueron las incompatibilidades surgidas durante el proceso de diseño?
- 12) ¿Cómo se han solucionado estas incompatibilidades?

**APÊNDICE D – TERMO DE
CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO**

Termo de consentimento livre e esclarecido

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado(a) no estudo de caso referente à pesquisa de dissertação intitulada “Compatibilização projetual em habitação compacta” desenvolvida por Marília Cavalcanti Bernardo. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada pelo professor Dr. Carlos Alejandro Nome, a quem poderei contatar ou consultar a qualquer momento que achar necessário através do e-mail carlos.nome@gmail.com.

Afirmo que aceitei participar por vontade própria, sem receber qualquer incentivo financeiro ou qualquer ônus e com finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos da pesquisa, que, em linhas gerais é compreender quais foram as técnicas e métodos de compatibilização usados nas residências competidoras do Solar Decathlon América-Latina e Caribe 2015.

Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de entrevista semiestruturada, a ser gravada a partir da assinatura desta autorização. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pela pesquisadora e seu orientador. Fui também informado de que posso me retirar desse estudo a qualquer momento sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Cali, Colômbia, ____ de dezembro de 2015.

Assinatura do(a) entrevistado(a): _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Assinatura da testemunha: _____

Consent Agreement Free and Clear

I declare, through this term, I agreed to be interviewed in the case study related to the dissertation research entitled "Compatibilization of projects in compact housing" developed by Marilia Cavalcanti Bernardo. I was informed, yet, that this research is supervised by Professor Carlos Alejandro Nome, whom can I contact or consult at any time it deems necessary through the email carlos.nome@gmail.com.

I affirm that I accepted to participate voluntarily, without receiving any financial incentive or any onus and with exclusive purpose to contribute to the success of the research. I was informed of strictly academic research objectives, which in general terms is to understand what are the techniques and procedures used in the compatibilization of the Solar Decathlon Latin-America and Caribbean 2015 projects.

My collaboration will be done anonymously through semi-structured interviews, to be recorded from the signing of this authorization. The access to and the analysis of data collected will be only by the researcher and her advisor. I also was informed that I can remove myself from this study at any time without prejudice to my subscriptions or incurring any sanctions or constraints.

I certify receipt of a signed copy of the Consent Agreement Free and Clear, Consent and Informed, as recommended by the National Research Ethics Commission (CONEP).

Cali, Colombia, December ____, 2015.

Interviewee's signature: _____

Researcher's signature: _____

Witness signature: _____

Acuerdo de Consentimiento Libre y Claro

Declaro, a través de este término, estuve de acuerdo en ser entrevistados en el estudio de un caso relacionado con la investigación de la disertación titulada "Compatibilización proyectual en casa compacta" desarrollado por Marilia Cavalcanti Bernardo. Se me informó también que la investigación es supervisada por el profesor Carlos Alejandro Nome, a quien me comunico o consultar en cualquier momento que considere necesario a través de correo electrónico carlos.nome@gmail.com.

Afirmo que he aceptado participar voluntariamente, sin recibir ningún incentivo financiero o de cualquier carga y con el único propósito de contribuir al éxito de la investigación. Se me informó de los objetivos de investigación estrictamente académicas, que en términos generales es entender cuáles son las técnicas y métodos de compatibilización utilizados en los hogares que compiten en el Solar Decathlon Latina-América y el Caribe en 2015.

Mi colaboración se hará de forma anónima a través de entrevistas semi-estructuradas, que se registró a partir de la firma de esta autorización. El acceso y el análisis de los datos recogidos serán sólo por el investigador y su consejero. También me dijeron que puedo retirarme de este estudio en cualquier momento sin perjuicio de mis suscripciones o incurrir en sanciones o restricciones.

Certifico la recepción de una copia firmada del Acuerdo de Consentimiento Libre y Claro, según lo recomendado por la Comisión de Ética de Investigación Nacional (CONEP).

Cali, Colômbia, ____de diciembre de 2015.

La firma del entrevistado: _____

La firma investigadora: _____

Firma del testigo: _____