

Eric Moniz Barretto de Menezes

**PLANEJAMENTO FÍSICO E SUSTENTABILIDADE
EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS: APONTAMENTOS DAS
EXPERIÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE
CONSTRUÍDO NO CAMPUS DA PAMPULHA DA UFMG**

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG

2017

Eric Moniz Barretto de Menezes

**PLANEJAMENTO FÍSICO E SUSTENTABILIDADE
EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS: APONTAMENTOS DAS
EXPERIÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE
CONSTRUÍDO NO CAMPUS DA PAMPULHA DA UFMG**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Orientadora: Prof^a. Maria Luiza Almeida Cunha de Castro

Co-orientador: Arq^o. Edgardo Moreira Neto

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

M543p

Menezes, Eric Moniz Barretto de.

Planejamento físico e sustentabilidade em universidades públicas: [manuscrito]: apontamentos das experiências de sustentabilidade do ambiente construído no Campus da Pampulha da UFMG/ Eric Moniz Barretto de Menezes. - 2017.

138f. : il.

Orientadora: Maria Luiza Almeida Cunha de Castro.

Coorientador: Edgardo Moreira Neto

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Arquitetura sustentável. 2. Edifícios – Universidades e faculdades públicas. 3. Projeto arquitetônico. I. Castro, Maria Luiza Almeida Cunha de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 720.47

Ficha catalográfica: Biblioteca Raffaello Berti, Escola de Arquitetura/UFMG

Aos meus queridos pais, Mercês e Egas,
minhas maiores fontes de exemplo e incentivo.
E aos meus queridos sobrinhos, Beatriz e Júlio César,
minhas maiores fontes de alegria e motivação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela condução.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio, cuidado e amor.

À UFMG e à Escola de Arquitetura, pela oportunidade.

À minha orientadora, Prof^a. Maria Luiza Almeida Cunha de Castro, pela paciência, dedicação, sabedoria e confiança.

Ao meu co-orientador, Arq^o. Edgardo Moreira Neto, pelo apoio, sabedoria e parceria.

Aos colegas do DPP, em especial ao José Domício, pelo compartilhamento do ambiente de trabalho e pelas preciosas informações disponibilizadas.

À Prof^a Eneida Lopes Ferreira Guimarães Ricardo, pelos ensinamentos e incentivos.

Aos amigos, pelo apoio, companheirismo e energia positiva.

Muito obrigado! Merda!

“Toda evolução é fruto do desvio bem-sucedido cujo desenvolvimento transforma o sistema onde nasceu: desorganiza o sistema, reorganizando-o. As grandes transformações são morfogêneses, criadoras de formas novas que podem constituir verdadeiras metamorfoses. De qualquer maneira, não há evolução que não seja desorganizadora/reorganizadora em seu processo de transformação ou de metamorfose.”

(MORIN, 2010, p. 82)

RESUMO

O ambiente construído é essencial para as atividades humanas. A maior parte dos impactos ambientais é proveniente da construção civil. A busca pelo desenvolvimento sustentável, prática cada vez mais necessária e presente na sociedade, impõem novos paradigmas e exigências para os projetos de arquitetura. Os câmpus universitários são grandes e importantes equipamentos urbanos para o desenvolvimento das cidades e da sociedade como um todo. As edificações universitárias, principalmente diante do contexto de notoriedade das construções sustentáveis, devem oferecer espaços otimizados, flexíveis, de alta qualidade e de baixo consumo para abrigar seus diversos usos. Há um déficit de planejamento no Brasil que impede que as universidades públicas avancem no sentido da busca pela sustentabilidade do ambiente construído. Porém, mesmo com esse problema, instituições como a UFMG se esforçam para acompanhar o estado da arte da concepção de espaços e cumprir com as exigências da sustentabilidade. Este trabalho tem como tema apontamentos das experiências de sustentabilidade do ambiente construído no Campus da Pampulha da UFMG. O foco é dado à experiência projetual arquitetônica. O objetivo é discutir o que as universidades públicas têm feito em relação ao planejamento e à sustentabilidade. Este estudo pode contribuir para a divulgação de práticas projetuais adequadas e fornecer informações específicas ao meio científico. Além disso, é preciso entender, refletir e sugerir melhorias sobre os processos das universidades. O assunto é amplo, por isso, foi feito um recorte do estudo, focalizando questões projetuais que revelam a importância do projeto arquitetônico para a minimização dos impactos ambientais de uma edificação universitária em todas as fases do seu ciclo de vida. Para exemplificar o estudo, foi utilizado o projeto do Quarteirão 10 do Campus da Pampulha da UFMG. Após uma revisão bibliográfica, foi feito um estudo de caso com apresentação e análise qualitativa do objeto de estudo, levando em consideração a importância do projeto arquitetônico para todas as fases do ciclo de vida da edificação. Foi verificado que a UFMG avança em relação à construção sustentável, mas necessita revisar seu planejamento e adequar procedimentos para que o processo de projeto de arquitetura seja mais eficiente.

Palavras-chave: Planejamento Físico. Universidades Públicas. Projeto Arquitetônico. Construções Sustentáveis. Campus da Pampulha da UFMG. Análise do Ciclo de Vida das Edificações.

ABSTRACT

The built environment is essential for human activities. Most of the environmental impacts come from construction. The search for sustainable development, a practice that is increasingly necessary and present in society, imposes new paradigms and requirements for architectural projects. University campuses are large and important urban facilities for the development of cities and society as a whole. University buildings, especially in the context of the notoriety of sustainable buildings, should offer optimized, flexible, high quality and low consumption spaces to accommodate their various uses. There is a planning deficit in Brazil that prevents public universities from moving towards the sustainability of the built environment. However, even with this problem, institutions as the UFMG strive to follow design space's state of the art and complying with the requirements of sustainability. This work aims evaluate the sustainability experiences of the environment built in the *Pampulha* Campus of UFMG. The focus is given to architectural design experience. The goal is to discuss what public universities have done in relation to planning and sustainability. This study can contribute to the dissemination of appropriate design practices and provide specific information to the scientific milieu. In addition, it is necessary to understand, reflect and suggest improvements on university processes. The subject is broad, therefore, was focused on design issues that reveal the importance of the architectural design to minimize the environmental impacts of a university building in all phases of its life cycle. To exemplify the study, the project of the *Quartirão 10* of Campus of *Pampulha* of UFMG was evaluated. After a bibliographic review, a case study was showed through qualitative presentation and objects analysis, taking into account the importance of the architectural design for all phases of the life cycle of the building. It was verified that UFMG advances regarding to sustainable construction, but needs to revise it's planning and adapt procedures so that the architecture design process is more efficient.

Keywords: Physical Planning. Public Universities. Architectural Project. Sustainable Buildings. Campus of *Pampulha* of UFMG. Analysis of the Life Cycle of Buildings.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Organograma administrativo genérico de câmpus universitários.....	29
FIGURA 2 - Fases de uma ACV	32
FIGURA 3 - Diagrama esquemático do ciclo de vida da edificação.....	34
FIGURA 4 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de planejamento de uma edificação	35
FIGURA 5 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de implantação de uma edificação	35
FIGURA 6 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de uso de uma edificação	36
FIGURA 7 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de manutenção de uma edificação.....	36
FIGURA 8 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de demolição de uma edificação	37
FIGURA 9 - O princípio do ciclo de vida de uma edificação.....	38
FIGURA 10 - Gráfico da possibilidade de influência do projeto sobre o custo da edificação	39
FIGURA 11 - Proposta de diagrama do processo de criação do programa de necessidades	45
FIGURA 12 - Esquema do sistema de cobertura verde com instalação modular	55
FIGURA 13 - Esquema geral de elementos e sistemas que podem ser utilizados na arquitetura para adquirir conforto térmico com baixo consumo energético.....	56
FIGURA 14 - Esquema do sistema de utilização de água da chuva	59
FIGURA 15 - Esquema do sistema de reuso de águas cinzas.....	60
FIGURA 16 - Exemplos de produtos economizadores de água	61
FIGURA 17 - Esquema do sistema de aquecimento solar	63
FIGURA 18 - Esquema do sistema de energia solar.....	64
FIGURA 19 - Mapa de Zonas <i>Aedificandi</i> do Campus da Pampulha	68
FIGURA 20 - Vista aérea do quarteirão 10	75
FIGURA 21 - Maquete eletrônica da 1ª etapa de construção do quarteirão 10	76

FIGURA 22 - Maquete eletrônica da 2ª etapa de construção do quartirão 10	76
FIGURA 23 - Maquete eletrônica da 3ª etapa de construção do quartirão 10	77
FIGURA 24 - Maquete eletrônica da 4ª etapa de construção do quartirão 10	77
FIGURA 25 - Maquete eletrônica da 5ª etapa de construção do quartirão 10	77
FIGURA 26 - Planta setorização da implantação do Quartirão 10.....	78
FIGURA 27 - Vista da implantação da maquete eletrônica do Quartirão 10.....	79
FIGURA 28 - Vista da geral da maquete eletrônica do Quartirão 10	79
FIGURA 29 - Planta do pavimento térreo do 1º bloco do Quartirão 10.....	80
FIGURA 30 - Planta do pavimento térreo do 2º bloco do Quartirão 10.....	80
FIGURA 31 - Planta de cobertura do 2º bloco do Quartirão 10	81
FIGURA 32 - Planta do pavimento tipo do 3º bloco do Quartirão 10	81
FIGURA 33 - Planta de cobertura do 3º bloco do Quartirão 10	82
FIGURA 34 - Planta do Núcleo de Controle e Visitação do Quartirão 10	82
FIGURA 35 - Vistas da maquete eletrônica do Quartirão 10	83

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Resumo de áreas do projeto arquitetônico do Quarteirão 10.....	84
QUADRO 2 - Resumo de critérios atendidos, atendidos parcialmente e não atendidos pelo projeto arquitetônico do Quarteirão 10 em relação à sustentabilidade do ambiente construído, considerando o ciclo de vida das edificações	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ARWU	Ranking Acadêmico das Universidades de Classe Mundial
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BC	Biblioteca Central (da UFMG)
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
CAD1	Centros de Atividades Didáticas 1 (da UFMG)
CAD2	Centros de Atividades Didáticas 2 (da UFMG)
CDCTDA	Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Descargas Atmosféricas
CDTN	Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
CEU	Centro Esportivo Universitário (da UFMG)
CFC	Clorofluorcarbono
CIB	<i>Conseil International du Bâtiment</i>
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COLTEC	Colégio Técnico (da UFMG)
CP	Centro Pedagógico (da UFMG)
CPDEE	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Energia Elétrica (da UFMG)
CTE	Centro de Treinamento Esportivo (da UFMG)
DAA	Departamento de Apoio Administrativo (da UFMG)
DEMAI	Departamento de Manutenção e Operação da Infraestrutura (da UFMG)
DGA	Departamento de Gestão Ambiental (da UFMG)
DIPLAN	Diretoria de Planejamento (da UFMG)
DLO	Departamento de Logística de Suprimentos e Serviços Operacionais (da UFMG)
DO	Departamento de Obras (da UFMG)
DOU	Diário Oficial da União
DP	Departamento de Projetos (da UFMG)
DPF	Departamento de Planejamento Físico (da UFMG)
DPF	Diretoria de Planejamento Físico (da UFMG)
DPFO	Departamento de Planejamento Físico e Obras (da UFMG)
DPFP	Departamento de Planejamento Físico e Projetos (da UFMG)
DPOC	Departamento de Planejamento, Orçamento e Controle (da UFMG)
DPP	Departamento de Planejamento e Projetos (da UFMG)
EAD	Escola de Arquitetura e Design (da UFMG)
EBA	Escola de Belas Artes (da UFMG)

ECI	Escola de Ciência da Informação (da UFMG)
EEFFTO	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (da UFMG)
EMU	Escola de Música (da UFMG)
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
ENG	Escola de Engenharia (da UFMG)
EVE	Escola de Veterinária (da UFMG)
FACE	Faculdade de Ciências Econômicas (da UFMG)
FAD	Faculdade de Direito (da UFMG)
FAE	Faculdade de Educação (da UFMG)
FAFAR	Faculdade de Farmácia (da UFMG)
FAFICH	Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas (da UFMG)
FALE	Faculdade de Letras (da UFMG)
FAO	Faculdade de Odontologia (da UFMG)
FUNDEP	Fundação de Desenvolvimento e Pesquisa
HC	Hospital das Clínicas (da UFMG)
ICA	Instituto de Ciências Agrárias (da UFMG)
ICB	Instituto de Ciências Biológicas (da UFMG)
ICEEx	Instituto de Ciências Exatas (da UFMG)
IGC	Instituto de Geociências (da UFMG)
LAMOE	Laboratório Multidisciplinar Obra Escola (da UFMG)
LEAT	Laboratório Extra de Alta Tensão (da UFMG)
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MEC	Ministério da Educação
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MHNJB	Museu de História Natural e Jardim Botânico (da UFMG)
NBR ISO	Norma Brasileira da Organização Internacional de Normatização
ONU	Organização das Nações Unidas
PARTPLAN	Planejamento Participativo (da UFMG)
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PD	Plano Diretor
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PRA	Pró-Reitoria de Administração (da UFMG)
PROPLAN	Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (da UFMG)
QUI	Departamento de Química (da UFMG)

REUNI	Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SIM	Superintendência de Infraestrutura e Manutenção (da UFMG)
SindusCon-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
TAE	Servidor Técnico-Administrativo em Educação
UA5	Unidade Administrativa V (da UFMG)
UA6	Unidade Administrativa VI (da UFMG)
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UMEI	Unidade Municipal de Educação Infantil Alaíde Lisboa
UMG	Universidade de Minas Gerais
UnB	Universidade de Brasília
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivos e Contribuições.....	17
1.2. Metodologia.....	18
1.3. Esclarecimentos Preliminares Quanto ao Conceito de Sustentabilidade	18
2. BASES HISTÓRICAS E TÉCNICAS	19
2.1. Breve Histórico dos Câmpus Universitários.....	20
2.1.1. Breve Histórico dos Câmpus Universitários Brasileiros e a UFMG	22
2.1.2. Etapas de Consolidação do Espaço Físico do Campus da Pampulha.....	23
2.2. Planejamento e Gestão Administrativa de Universidades Públicas e a Sustentabilidade do Ambiente Construído.....	25
2.2.1. Planejamento Administrativo e Espaços Físicos de Universidades Públicas ...	25
2.2.2. Planejamento Físico de Universidades Públicas	26
2.2.3. Gestão Administrativa dos Espaços Físicos de Universidades Públicas	28
2.3. Construções Sustentáveis e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).....	30
2.3.1. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	31
2.3.2. Análise Qualitativa da Sustentabilidade no Ciclo de Vida de Edificações	32
2.4. A Sustentabilidade do Ambiente Construído Influenciada pelo Projeto Arquitetônico nas Etapas do Ciclo de Vida das Edificações Universitárias	37
2.4.1. Fase de Planejamento.....	38
2.4.2. Fase de Implantação.....	49
2.4.3. Fase de Uso.....	50
2.4.4. Fase de Manutenção.....	65
2.4.5. Fase de Demolição	66
3. ESTUDO DE CASO	66
3.1. A UFMG e o Campus da Pampulha	67
3.1.1. Breve Histórico da Estrutura Organizacional Administrativa do Planejamento Físico do Campus da Pampulha da UFMG.....	70
3.2. O Projeto Arquitetônico do Quarteirão 10 do Campus da Pampulha	74

3.3. A Sustentabilidade do Ambiente Construído Influenciada pelo Projeto Arquitetônico no Ciclo de Vida das Edificações do Quarteirão 10.....	85
3.3.1. Fase de Planejamento.....	85
3.3.1.1. Contexto da Fase de Planejamento do Projeto do Quarteirão 10	85
3.3.1.2. Contexto Atual da Fase de Planejamento dos Projetos da UFMG	86
3.3.2. Fase de Implantação.....	92
3.3.3. Fase de Uso.....	94
3.3.4. Fase de Manutenção.....	97
3.3.5. Fase de Demolição	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO ARQUITETÔNICO DO QUARTEIRÃO 10.....	114

1. INTRODUÇÃO

A questão do planejamento dos espaços públicos brasileiros precisa ser mais bem discutida, deve abarcar as diversas perspectivas, dado seu caráter complexo. A sustentabilidade, que está na pauta do dia, não pode ser compreendida fora de um planejamento sistemático. As normas e orientações técnicas para projetos e obras já estão estabelecidas e precisam ser enfrentadas pelos órgãos de planejamento.

É nesses dois assuntos, *planejamento e sustentabilidade para espaços públicos universitários*, que este trabalho pretende se situar. O planejamento físico ambiental dos espaços públicos no Brasil, geralmente está vinculado à programas governamentais que são revisados a cada nova gestão. Desse modo, deixam de ser tratados como Projeto de Estado, tática que levaria a uma perenidade maior e mais favorável ao fluxo normal que a técnica de projeto e obra exige. Um caso historicamente conhecido¹ foi a construção de Brasília, que aconteceu entre os anos de 1957 e 1960, portanto estritamente vinculado ao mandato do então presidente Juscelino Kubitschek. O problema dessa prática é que o planejamento e a intervenção no espaço físico dependem de fatores técnicos que necessitam de tempos específicos justificados tecnicamente e que não podem – ou não deveriam – ser encurtados por questões político-partidários, sob a pena de consequências indesejadas graves e o desperdício de recursos.

Não é difícil encontrar na imprensa discussões sobre o tema que atestam essa condição, por exemplo: o advogado Uyeda Junior (2016)², que tem mais de 25 anos de experiência de trabalho no setor de infraestrutura brasileira, disse em entrevista que “toda contratação de obra pública tem um componente político” e que é “compreensível que se trabalhe com o horizonte do mandato de um governante”, mas que as obras de infraestrutura devem ser pensadas em médio e longo prazo, pois o tempo que vai do projeto até a execução da obra geralmente é muito maior do que o tempo de um mandato político. Infelizmente, quando se trata de obras públicas, a perspectiva em longo prazo quase não existe e a pressa e a constante flutuação de decisões governamentais no planejamento infraestrutural do país causam dificuldades graves ao seu desenvolvimento.

¹ Aqui se pretende fazer apenas uma pequena indicação do ponto de vista técnico e temporal do fato, sem entrar nos méritos políticos e econômicos que justificaram a transferência da capital nacional para Brasília.

² Entrevista transcrita por João Sorima Neto no site do jornal O Globo, em 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/infraestrutura/problemas-tem-origem-em-comum-falta-de-planejamento-diz-advogado-que-trabalha-com-infraestrutura-16152571>> Acesso em: 12 mar. 2017.

Os territórios de universidades públicas brasileiras, câmpus e unidades, sofrem com problemas da mesma natureza, uma vez que se beneficiam ou se ressentem de programas governamentais, apesar de serem autarquias, o que lhes garante certa autonomia. Esteves e Falcoski (2011) explicam que é comum que os órgãos responsáveis pelo planejamento físico das universidades públicas brasileiras tenham dificuldade em conquistar qualidade e eficiência e não consigam se organizar em médio e longo prazo, tendo em vista que decisões políticas provenientes de interesses da administração quase sempre se sobrepõem às decisões técnicas. Os profissionais responsáveis, que são predominantemente sobrecarregados, são pressionados pela vontade política e por prazos licitatórios e de planos governamentais. Os projetos de construção civil que são desenvolvidos nesse contexto de descontinuidade de planos, pressão e falta de recursos tendem a ser elaborados sem gerenciamento eficiente e com a adoção de sistemas construtivos convencionais e pouco eficientes.

As principais consequências desse processo são: aumento de custos, não cumprimento dos prazos e comprometimento da qualidade das obras. A falta de incentivo à pesquisa de novas tecnologias em órgãos responsáveis pelo planejamento físico de universidades públicas brasileiras muitas vezes contribui para uma produção do espaço que não condiz com o que se espera de uma universidade (ESTEVES; FALCOSKI, 2011). Esse processo tem acontecido na contramão dos princípios de eficiência, qualidade e, conseqüentemente, sustentabilidade. A questão da sustentabilidade, que é um fator cada vez mais demandado nos meios científicos, técnicos e na sociedade, pode ser um fio condutor e disciplinador do planejamento no Brasil, pois o “ser sustentável” exige uma forma de trabalho continuada que se contrapõe ao modo de planejar a reboque de programas de governo. Nesse sentido, a produção do espaço físico dos câmpus universitários das universidades públicas brasileiras tem muito a contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Os câmpus universitários são equipamentos urbanos comunitários. Dentro do ponto de vista da sustentabilidade, é importante que seus projetos e administração sejam geridos de forma coerente com as necessidades e os recursos disponíveis. Equipamentos urbanos comunitários são componentes básicos da infraestrutura urbana de uma cidade, apoiam o desenvolvimento social e econômico e determinam o bem estar da população (GOUDARD; MORAES; OLIVEIRA, 2008). Equipamentos urbanos comunitários estão definidos no artigo 4º do parágrafo 2º da Lei Federal Nº 6.766, de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, como “(...) equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares” (BRASIL, 1979). A NBR 9284/1986 complementa essa definição ao determinar que equipamentos urbanos comunitários são “todos os bens públicos ou privados, de utilidade pública, destinados à prestação de serviços necessários ao funcionamento da

cidade, implantados mediante autorização do poder público, em espaços públicos ou privados” (ABNT, 1986). A construção desses equipamentos é de extrema importância para o desenvolvimento da cidade e impactam o ambiente urbano negativa e positivamente.

O tema desta monografia partiu da compreensão de que a falta de investimento e planejamento físico ambiental de espaços públicos no Brasil é um grande obstáculo a ser enfrentado na busca pela sustentabilidade do ambiente construído. Diante do contexto atual, no qual a busca pelo conhecimento e pela sustentabilidade se impõe, é preciso entender o que tem sido feito para que as universidades, que são importantes equipamentos urbanos comunitários para as cidades, evoluam de forma sustentável e quais são os principais desafios que enfrentam nesse sentido. Tendo em vista a complexidade e a importância do tema, o objetivo deste trabalho é, através de estudo de caso, apontar e fazer uma reflexão sucinta sobre as experiências de sustentabilidade do ambiente construído em um campus universitário público brasileiro, para, a partir dessa compreensão, divulgar práticas adequadas e sugerir melhorias. O objeto do estudo de caso escolhido é o Campus da Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que é um dos câmpus mais importantes e tradicionais do país e possui um reconhecido planejamento físico territorial.

1.1. Objetivos e Contribuições

O objetivo deste trabalho é discutir o que tem sido feito pelas universidades públicas brasileiras em seus espaços físicos em relação ao planejamento e à sustentabilidade. Procura-se discutir, do ponto de vista dos projetos de arquitetura, algumas estratégias e dificuldades para atendimento às normativas e orientações que buscam a sustentabilidade do ambiente construído. Pretende-se fazer uma análise mais focalizada da experiência projetual do Campus da Pampulha da UFMG no campo da sustentabilidade.

Este trabalho poderá contribuir para a divulgação de práticas projetuais adequadas e sugerir melhorias quando necessário, em um campo onde o contexto e a falta de planejamento desfavorece a busca pela sustentabilidade. Tendo em vista que a especificidade do tema é importante para o meio científico, as questões e os fatos apresentados aqui poderão contribuir para estudantes e profissionais que pesquisam sobre a sustentabilidade do ambiente construído em espaços físicos de universidades públicas.

O assunto é amplo, portanto, será necessário fazer um recorte de estudo que focará nas questões de construção sustentável. Mais especificamente em algumas diretrizes e técnicas construtivas que são adotadas pelas equipes de profissionais responsáveis pelo planejamento físico da UFMG. Para exemplificar o trabalho que é realizado na instituição com ainda mais enfoque, será detalhadamente apresentado um dos projetos arquitetônicos elaborados pela UFMG para o Campus da Pampulha, o projeto do Quarteirão 10, que

contempla vários princípios da construção sustentável que influenciam na sustentabilidade do ambiente construído durante todo o ciclo de vida de uma edificação.

1.2. Metodologia

Metodologicamente, o trabalho está dividido em três partes: a primeira é composta de uma revisão bibliográfica, a segunda parte é um estudo de caso e a terceira parte contém as considerações finais do estudo. Segue abaixo o roteiro de procedimentos metodológicos:

- a) Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica e historiográfica sobre as universidades e suas estruturas físicas, bem como o estado da arte em relação à influência do projeto arquitetônico na sustentabilidade do ambiente construído das fases do ciclo de vida de edificações universitárias;
- b) Na segunda parte, foi realizado um estudo de caso do Campus da Pampulha da UFMG, que contempla um breve histórico do planejamento físico do campus e apontamentos de práticas adotadas em relação à sustentabilidade do ambiente construído com apresentação detalhada do projeto arquitetônico do Quarteirão 10, considerando suas influências em cada fase do ciclo de vida das edificações projetadas;
- c) A terceira parte contém as considerações finais do estudo, com uma breve análise do estudo de caso e sugestões.

1.3. Esclarecimentos Preliminares Quanto ao Conceito de Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade adotado neste trabalho tem se tornado cada vez mais presente e importante na sociedade. A preocupação com os efeitos provocados pela degradação ambiental ocasionada pela ação do homem, como as mudanças climáticas, é a principal causa da importância dada à sustentabilidade (BACHA; SANTOS; SCHAUN, 2010). Embora o termo “desenvolvimento sustentável” seja complexo, sua definição básica mais comum foi estabelecida em 1987 pela Comissão Brundtland e diz que “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46). Considerando a definição da Comissão Brundtland e os apontamentos de Rattner (1999), é possível entender que sustentabilidade é um princípio a ser seguido que busca contemplar características econômicas, sociais, culturais e ambientais para garantir a continuidade da existência humana e da sociedade.

O acelerado crescimento da população urbana e os problemas consequentes desse processo aumentam a necessidade da implantação de práticas sustentáveis nas cidades. No Brasil, a população urbana já ultrapassa 85% do total de habitantes (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2014). A construção civil é imprescindível para a sustentação e o desenvolvimento das cidades e da sociedade, entretanto, é o setor de atividades humanas que é responsável por cerca de 50% da geração de resíduos sólidos e que mais consome matéria prima e energia do planeta (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). Uma pesquisa realizada pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP) em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) revelou que o setor da construção civil, desde a produção dos materiais até a execução das obras e a utilização das edificações, é responsável por aproximadamente 75% do consumo de recursos naturais no Brasil (AECWEB, 2017).

Quase sempre, mas principalmente quando não é adequadamente planejada ou bem sucedida, a construção civil gera problemas ambientais, sociais, econômicos e culturais. Esses fatos, associados ao contexto de preocupação e compromisso com o desenvolvimento sustentável, impulsionam o setor da construção a adotar práticas e processos que buscam a sustentabilidade. A sustentabilidade na construção civil é uma realidade que já é ou tende a se tornar uma exigência dos governantes, dos empreendedores, dos consumidores e da população em geral (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

2. BASES HISTÓRICAS E TÉCNICAS

O primeiro item deste capítulo apresenta um breve histórico dos câmpus universitários, que vai desde o seu surgimento em âmbito mundial até a época atual no Brasil, para servir de contextualização do tema e de reflexão da evolução dos espaços construídos destinados ao ensino superior.

Não é possível abordar um tema sobre sustentabilidade em uma instituição pública sem levar em consideração as questões de gestão administrativa, mesmo que o foco do estudo seja o ambiente construído. O espaço físico institucional público depende da gestão administrativa pública. Por isso, o segundo item deste capítulo aponta, a título de contextualização, os quesitos de gestão e planejamento administrativo que são mais relevantes para o tema, incluindo a importância de se estabelecer um planejamento estratégico institucional.

O terceiro item também serve de contextualização do tema. Contém uma breve explicação sobre desenvolvimento sustentável, construções sustentáveis e análise

qualitativa da sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edificações. A análise citada utiliza princípios da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que é uma das ferramentas de planejamento de processos produtivos ambientalmente conscientes que estão sendo utilizadas na atualidade, inclusive pelo ramo da construção civil.

O quarto e último item trata do principal objetivo do capítulo, que é explicitar a importância das soluções do projeto arquitetônico para a sustentabilidade do ambiente construído em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação. Mais especificamente de uma edificação de universidade pública, que é a especificidade do tema estudado neste trabalho. Por isso, são apresentadas diretrizes de projeto arquitetônico que caracterizam o estado da arte da construção sustentável de uma edificação universitária durante seu ciclo de vida. Esse conteúdo serve de base teórica para o estudo de caso que será apresentado no próximo capítulo.

2.1. Breve Histórico dos Câmpus Universitários

Os câmpus universitários nas cidades são importantes equipamentos urbanos que atendem às demandas de dotação de uma infraestrutura em comum para os diversos focos de uma instituição de ensino superior, entre essas: laboratórios, salas de aulas, bibliotecas, auditórios e restaurantes. Buffa e Pinto (2006) explicam que o ensino superior surgiu na Europa medieval, provavelmente no século XII, quando a urbanização e a cultura se desenvolviam nas cidades medievais. Nessa época, as aulas aconteciam de maneira espontânea e, muitas vezes, em locais modestos, improvisados e espalhados pela cidade. Não havia uma edificação específica para o funcionamento das aulas. No final da Idade Média, a nobreza aristocratizou o ensino superior, transformando as universidades, que ganharam espaços definidos mais semelhantes aos utilizados atualmente. Porém, esse modelo aristocrático inseriu um ensino cerimonioso, havia uma cisão econômica na sociedade e os pobres não conseguiam ter acesso aos cursos. Entre as primeiras universidades que integraram esse modelo, destacam-se as universidades de Oxford, Bolonha e Paris, que foram fundadas por volta do século XV. Esse modelo de organização marcou definitivamente o caráter elitizado do acesso às universidades no ocidente.

No período renascentista, ocorreu a valorização da ciência e do humanismo. As universidades europeias se transformaram e muitas edificações religiosas foram adaptadas para serem utilizadas como sedes de universidade. No século XVII, as universidades de Oxford e Cambridge tiveram maior desenvolvimento e criaram edificações conhecidas como *colleges*, que eram espaços universitários inspirados nos feudos medievais, formados por um gramado retangular circundado por edifícios que se comunicavam e ofereciam

possibilidade de expansão. Os *colleges*, apesar de remeterem ao claustro, faziam parte da malha urbana das cidades; eram bem organizados e dotados de moradia, refeitório, biblioteca, salas de aula e espaços recreativos e para reuniões, ou seja, ofereciam tudo o que alunos e professores precisavam. Viver constantemente na universidade era condição indispensável para uma boa formação no conceito educacional da época (BUFFA; PINTO, 2006).

As universidades norte-americanas, embora influenciadas pelos *colleges* ingleses, inovaram com a criação de um novo modelo: o dos câmpus universitários. Assim como os *colleges*, a ideia do campus universitário era a de oferecer toda a infraestrutura necessária para que a vida universitária acontecesse. A principal diferença está no conceito do campus, que é o de ser implantado no campo, ou seja, em um local afastado, imerso na natureza, tranquilo e agradável, para que a universidade pudesse se manter independente e longe das influências das cidades. O ideal do campus – no modelo americano – é a formação de uma espécie de cidade em miniatura implantada isoladamente em amplas áreas circundadas pelo verde para que se estabeleça uma comunidade universitária autossuficiente (BUFFA; PINTO, 2006). Branco (1973) considera que os câmpus dos Estados Unidos, mais rigoroso quanto à aplicação dos princípios de isolamento e autossuficiência, é a forma mais genuína da ideologia dos *colleges* ingleses.

Ainda conforme Buffa e Pinto (2006), no Brasil, o ensino superior foi iniciado no período imperial, no século XIX. Para suprir as necessidades do Estado, Dom João VI criou cursos superiores para formar vários tipos de profissionais. O ensino superior brasileiro era estruturado por instituições fragmentadas e autônomas. Nas primeiras décadas do século XX foram criadas as universidades do Rio de Janeiro (1920), de Minas Gerais (1927) e de São Paulo (1934). Essas universidades foram formadas pela junção de faculdades isoladas existentes e, mais tarde, foram federalizadas. Em meados do século XX, influenciado pelos Estados Unidos, o governo brasileiro resolveu adotar o modelo de campus para a expansão de suas universidades federais. Fialho (2012, p. 1) aponta que a reformulação estrutural da universidade no Brasil foi “inicialmente caracterizada pela implantação de um conjunto de edificações em terreno amplo, exclusivo e distanciado da malha urbana”.

Mais tarde, os câmpus universitários brasileiros vão se caracterizando por se instalarem em glebas territoriais, inseridos dentro da malha urbana, porém cercados e independentes do contexto dos arredores. Ou seja, nesse sentido, continuam isolados funcionalmente, mas com a proximidade da cidade, que permite o acesso de alunos e professores diretamente vindos das cidades. Ocorre isso na USP (Universidade de São Paulo), na UNB (Universidade de Brasília) e na UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).

2.1.1. Breve Histórico dos Câmpus Universitários Brasileiros e a UFMG

Os territórios dos câmpus das universidades federais brasileiras se conformam de modo semelhante nos diferentes estados. Na década de 1960, uma determinada área extensa da cidade, afastada do centro, por ser menos custosa, foi destinada à construção do respectivo campus, a partir de um projeto arquitetônico influenciado pelo Modernismo (ESTEVES, 2013). A construção dos novos câmpus foi motivada pela reformulação ao qual o ensino superior brasileiro fora submetido naquela época, quando a consolidação do ideal do campus ou cidade universitária chegou ao auge e “simbolizou a superação de um modelo disperso e fragmentado de ensino superior para a construção de um sistema educacional condizente com os novos tempos” (FIALHO, 2012). O plano era simples, mas a constante escassez de verbas inviabilizou a conclusão das obras. Os câmpus brasileiros não conquistaram independência, autonomia e isolamento, portanto, não cumpriram com os ideais do modelo (BUFFA; PINTO, 2006). A UFMG até hoje, por exemplo, ainda não conseguiu consolidar todas as unidades em seu território universitário – Campus da Pampulha – pela descontinuidade de investimentos e a falta de planejamento para executar. Ainda remanescem fora: Faculdade de Direito (que já tem projeto arquitetônico pronto) e a Escola de Arquitetura. O histórico das etapas de construção do espaço será tratado mais adiante.

Em 1973, Branco considerava obsoleto o modelo tradicional de estrutura física espacial das universidades e, por isso, precisava ser discutido, à época: ele compara os modelos de campus, de universidade fragmentada em faculdades e de complexo universitário. O primeiro destes, o campus, está em declínio porque as universidades contemporâneas não podem sobreviver isoladas, dispendiosas, autônomas, influenciando segregações e sem beneficiar e, ao mesmo tempo, sem se beneficiar das metrópoles. Já o modelo de universidades fragmentadas em faculdades é o mais desvantajoso porque não possui as vantagens relativas à unidade e autonomia do modelo de campus nem de concentração do modelo de complexo universitário. O modelo de universidade denominado complexo universitário é semelhante ao modelo de campus, pois também possui o ideal da cidade universitária dotada de toda a infraestrutura necessária para a vida da comunidade universitária, em uma administração rígida e concentrada. A principal diferença entre os dois modelos é a relação com a cidade: enquanto o campus se mantém isolado da cidade, o complexo universitário não a exclui totalmente, inserindo-se, por exemplo, em centros históricos, ou seja, em áreas mais afastadas.

Alípio Castelo Branco, que foi arquiteto chefe de planejamento espacial da UFMG de 1968 até 1973, considera que o Campus da Pampulha da UFMG se enquadra no modelo de complexo ou centro universitário, incorporando o conceito de cidade universitária

desfragmentada, não sendo, porém, autônomo nem isolado da cidade e se inserindo na malha urbana, fazendo parte dela. O centro universitário também se diferencia dos outros modelos porque se configura como um sistema de organização aberto, interdisciplinar e de currículo livre de estudos, onde o espaço flexível reflete o intercâmbio entre as especializações, o que ajuda a renovar o ensino superior no sentido da recuperação da unidade cultural da comunidade universitária. O conceito citado por Branco em 1973 ainda pode ser identificado no Campus da Pampulha da UFMG, destacando-se, entre outras características, a intensidade do compartilhamento dos espaços do campus e a interdependência e a interação de sua infraestrutura com a infraestrutura da cidade.

2.1.2. Etapas de Consolidação do Espaço Físico do Campus da Pampulha

Inicialmente, na década de 1960, a partir da definição do sítio onde a então Cidade Universitária ficaria estabelecida – na antiga Fazenda Dalva, ao lado da recém-inaugurada Pampulha, bairro modernista de Belo Horizonte – definiu-se o assentamento de arruamentos, paisagismo e setorização de usos que ficou conhecido como Plano Cordeiro, em homenagem ao paisagista Waldemar Cordeiro. Em seguida, os modelos de edificações foram propostos de modo a conformarem “sistemas ambientais” modulares que previam máxima flexibilização e variação de crescimento do ambiente construído. Tais modelos de edificações foram elaborados por equipes de arquitetos, projetados e executados em concreto armado, com malhas modulares da estrutura que se refletiam também na distribuição e ocupação espacial. Esses edifícios foram concebidos para abrigarem os ciclos básicos de ensino, com ênfase em laboratórios e locais de experimentação, que possuíam requisitos ambientais bastante especiais (pés direitos altos, grandes vãos e aberturas generosas das janelas e das portas). Essa família de prédios ficou conhecida como “sistema básico” (FIALHO, 2012).

Nas décadas seguintes, 1970 e 1980, os edifícios que foram construídos revisaram as soluções técnicas de execução dos edifícios, mas mantiveram os princípios de modulação espacial e alta flexibilidade para possíveis alterações (FIALHO, 2012). Analisando os projetos das edificações concebidas nessa etapa, é possível compreender que a distribuição das infraestruturas prediais (cabamentos elétricos e de hidrossanitários) era resolvida junto aos pilares e vigas de concreto, o que garantia o trânsito facilitado e a não obstrução do restante do pavimento, aumentando a flexibilidade pela liberação de elementos fixos no ambiente.

Na década de 1990, a prostração de investimentos nas universidades federais foi sentida pela UFMG e não permitiu o avanço da consolidação do Campus da Pampulha, que ainda possuía unidades no centro da cidade, ou seja, fora do campus, como a Faculdade de

Ciências Econômicas (FACE), a Faculdade de Farmácia (FAFAR) e a Escola de Engenharia (ENG) (MARQUES, 1997).

Na década de 2000, foi criado o escritório do Campus 2000³, encarregado especificamente de criar os projetos para as unidades que ainda permaneciam no centro da cidade. Foi projetada uma família de edifícios em sistema pavilhonar de concreto moldado no local, com passarelas conectando os pavilhões. As vedações dos ambientes foram feitas em alvenarias. Os pavilhões foram projetados no sentido norte-sul, diferentemente do projeto das famílias de edifícios do antigo “sistema básico”, com brises para diminuição da insolação norte, fachadas cegas (e com maior inércia térmica) voltadas para leste e oeste. As salas previam ventilação cruzada, através de aberturas para circulações avarandadas ou de circulações internas (com aberturas secundárias em veneziana, por exemplo). O sistema construtivo seguia a tipologia mercadológica, orientada pelo menor preço praticado no mercado de Belo Horizonte à época.

Somente em 2008, com a adesão da UFMG ao programa Reuni (Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) é que os prédios antigos do “sistema básico” puderam ser ampliados. A estratégia foi projetar anexos com tipologia construtiva e requisitos ambientais simplificados para transferir salas de aulas teóricas e salas administrativas (de uso simples), pois isso possibilitaria a desoneração dos prédios do “sistema básico”, que foram projetados para abrigar laboratórios, com um tipo construtivo mais robusto e oneroso, dotado de grandes vãos e pés-direitos altos. Dessa forma, os prédios antigos poderiam ser reformados e atualizados tecnologicamente. Os projetos dos anexos dessa época seguiram as características construtivas do sistema pavilhonar.

A evolução dessa estratégia é a constante revisão das alternativas projetuais e construtivas para os novos prédios da UFMG. Assim, os projetos que foram concebidos a partir de 2011 (como o anexo do Instituto de Ciências Biológicas (ICB), a Unidade Administrativa 5 (UA5) e os prédios do Quarteirão 10) introduziram as hipóteses de construção em sistemas industrializados de maior precisão e qualidade construtiva, redução de desperdícios e resíduos, possibilidade de controle de qualidade, coberturas vegetais (para redução da carga térmica e melhoria da qualidade ambiental), captação de água de chuva para reuso e placas fotovoltaicas para produção de energia. A esta nova família de

³ Unidades transferidas para o Câmpus Pampulha nesta época: Faculdade de Ciências Econômicas e Escola de Engenharia; além das faculdades que tiveram reformas ou ampliações: Faculdade de Educação, Faculdade de Farmácia, Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Instituto de Geociências e Departamento de Química do ICEx. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/campus2000/>>. Acesso em 21 jun. 2017.

edifícios denominou-se “novo sistema ambiental infraestrutural⁴”, que também resgatou os princípios de modulação, flexibilidade e facilitações de passagens de infraestruturas (tubulações) que existiam no “sistema básico”.

2.2. Planejamento e Gestão Administrativa de Universidades Públicas e a Sustentabilidade do Ambiente Construído

2.2.1. Planejamento Administrativo e Espaços Físicos de Universidades Públicas

O termo planejamento é recente, mas a história da humanidade permite admitir que, até espontaneamente e sem os conhecimentos científicos da atualidade, a sociedade sempre se organizou em função de planos (ARGUIN, 1988 *apud* SILVA, 2003). “A necessidade de planejar surge como forma de identificar, correlacionar, analisar e avaliar todas as variáveis envolvidas nos processos decisórios [...]” (CARMO, 1999 *apud* SILVA, 2003). Cientificamente, o planejamento pode ser destrinchado em três categorias: planejamento estratégico, planejamento tático e planejamento operacional. O planejamento estratégico é um “processo gerencial que possibilita estabelecer o rumo a ser seguido pela empresa para obtenção de um nível de otimização na relação com o meio ambiente em que atua”; o planejamento tático tem o objetivo de “otimizar determinada área de resultado e não a empresa como um todo”; e o planejamento operacional é a formalização do plano de ação estabelecido através de documentos escritos (OLIVEIRA, 1999 *apud* SILVA, 2003). Segundo Silva (2003), o planejamento estratégico engloba todos os outros planos, podendo ser entendido como um conjunto de planejamentos táticos, que, por sua vez, são um conjunto de planejamentos operacionais.

Segundo Souza (2010, p. 10), o principal objetivo do planejamento estratégico é “fornecer direcionamento comum a ser seguido por toda a organização, identificando responsabilidades, garantindo alinhamento e oferecendo meios para medição do sucesso da estratégia de modo focado, visando o alcance dos objetivos institucionais e a maximização dos resultados”. Silva (2003, p. 31) aponta que as especificidades de uma organização influenciam a implantação de seu planejamento estratégico. Isso quer dizer que tanto fatores internos quanto externos devem ser observados para a metodologia do planejamento estratégico. Os câmpus das universidades públicas brasileiras, assim como os câmpus de

⁴ A proposta dessa tipologia de projeto foi dada pelo Professor Carlos Alberto Batista Maciel, que foi arquiteto chefe do planejamento físico da UFMG entre 2011 e 2013. Em sua tese de doutoramento, ele explora os aspectos da arquitetura como infraestrutura que aparecem muito claramente no “sistema básico”. Arquitetura como infraestrutura, Escola de Arquitetura da UFMG, 2015.

outras instituições de ensino, possuem dinamismo no processo de seus espaços físicos, que necessitam constantemente de expansões e adaptações. Para que esse processo seja ordenado e garanta o atendimento das necessidades da comunidade universitária de maneira eficiente e coerente, é preciso que se faça um planejamento adequado dos recursos e dos projetos das edificações (ESTEVES, 2013).

Silva (2003, p. 100) considera que é possível estabelecer um planejamento estratégico em uma universidade, mas, para isso, é preciso que sejam conhecidos os conceitos e os objetivos da instituição e que se considere sua complexidade e dinâmica estrutural. Em estudo para a dissertação sobre a gestão da infraestrutura física das universidades no contexto do planejamento estratégico, que utilizou a Universidade Católica de Goiás como estudo de caso, Silva (2013, p. 104) concluiu que a gestão do espaço físico universitário “ocorre independente do planejamento geral, por ser considerada uma atividade secundária no planejamento acadêmico”. A consequência disso é a concepção de espaços físicos incoerentes com a demanda, ora com ambientes superdimensionados e, outrora, com ambientes subdimensionados. Outra conclusão importante de Silva (2013, p. 104) é a de que o planejamento do espaço físico, para não gerar ambientes inadequados e condições improvisadas, deve ser elaborado a partir do projeto pedagógico para que haja melhor qualidade de ensino e aproveitamento e planejamento dos recursos financeiros.

2.2.2. Planejamento Físico de Universidades Públicas

O planejamento físico de uma organização (empresarial, institucional, comercial, departamental, recreativa, etc.) é um instrumento ou processo extremamente importante para garantir que a mesma tenha um desempenho positivo de qualidade. Quando é realizado de maneira adequada, o planejamento físico domina as questões, os limites e as necessidades organizacionais, o que permite orientações em decisões e um processo projetual de qualidade. Os principais benefícios adquiridos em edificações resultadas de um planejamento físico adequado são economia de tempo e de recursos, melhor habitabilidade e maior controle do funcionamento dos ambientes. O espaço físico está diretamente relacionado à eficiência das atividades realizadas em organizações de serviços (GERBER et al. , 2015). Brandão et al. (2015) defendem que o projeto do espaço físico de uma organização depende dos objetivos estratégicos de sua operação e deve ter como premissas a eliminação de desperdícios e o aproveitamento do fluxo das atividades que contribuem na realização dos serviços.

Embora as considerações de Gerber et al. (2015) e Brandão et al. (2015) citadas acima se refiram originalmente à organizações de escalas menores, também são pertinentes ao planejamento físico de equipamentos urbanos comunitários como os câmpus

das universidades públicas brasileiras, pois as bases organizacionais são semelhantes e a essência do planejamento estratégico pode ser entendida como genérica, ou seja, independe das especificidades de cada organização. Segundo Silva (2003), o espaço físico das universidades é um dos quesitos fundamentais para a consolidação da qualidade acadêmica. Silva (2003) também lembra que as condições do espaço físico das universidades brasileiras são consideradas na avaliação do Ministério da Educação (MEC) quanto ao credenciamento de cursos. Portanto, o espaço físico universitário precisa ser planejado estrategicamente para suprir as necessidades de suas atividades fins (ensino, pesquisa e extensão).

Esteves e Falcoski (2013) explicam que as universidades públicas, além de conterem as especificidades de uma instituição de ensino (que envolve características de ensino, pesquisa, extensão, equipe técnica, equipe administrativa, etc.) são diferentes de organizações privadas em muitos aspectos. Órgãos públicos possuem algumas limitações que órgãos privados não possuem (por exemplo: são limitados por burocracias provenientes da Lei de Licitações, dependem de liberações de recursos do governo, etc.). Essas instituições também devem se orientar, tanto para a administração das atividades fins (ensino, pesquisa e extensão), quanto para o direcionamento do espaço físico, através de dois instrumentos básicos de planejamento interno: o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), que pode ser reconhecido como o planejamento estratégico da instituição e estabelece metas e objetivos gerais para a universidade, contendo diretrizes e políticas internas que influenciam as decisões, e o Plano Diretor (PD), que geralmente é referente ao espaço físico da instituição e envolve questões de infraestrutura, manutenção e reforma das edificações dos câmpus.

Apesar de reconhecer que o Plano Diretor de uma universidade reflete suas características de valores sociais e políticas acadêmicas, Silva (2003) explica que na história das universidades esse instrumento de planejamento muitas vezes não foi respeitado porque se tornou obsoleto, já que essas instituições estão em constante transformação. Por isso, se propõe transformar o Plano Diretor em um novo método de planejamento estratégico, onde as questões podem ser revistas. Souza (2010, p. 10), tendo em vista o planejamento estratégico, considera que a preocupação com o futuro é fundamental para a manutenção das organizações na atualidade.

Além de ser orientado pelos instrumentos internos de planejamento descritos acima, o planejamento físico das universidades públicas federais sofre grande impacto da Lei 8.666 de 1993, que “institui normas para licitações e contratos da Administração Pública” (BRASIL, 1993), em seus processos. Essa lei, conhecida como Lei de Licitações, deve ser seguida em todos os processos de compra dos órgãos públicos. A contratação pelo “menor preço”, que é prevista nessa lei, é vista como um problema para o planejamento físico das instituições

públicas, pois acaba sendo utilizada como justificativa para a compra de produtos ou a contratação de serviços de baixa qualidade e para o aditamento de prazos e custos. Muitas vezes, as instituições públicas não conseguem cumprir exigências de qualidade porque o seu poder de compra é limitado (GUIDUGLI FILHO; ANDERY, 2002 *apud* ESTEVES; FALCOSKI, 2013).

2.2.3. Gestão Administrativa dos Espaços Físicos de Universidades Públicas

Para o entendimento da gestão do planejamento físico das universidades públicas brasileiras, é preciso que seja se conheça a estrutura administrativa básica dessas instituições. Também é preciso que sejam apontadas as principais características dos setores administrativos que geram grande influência no planejamento físico das universidades públicas para que seja possível um entendimento básico geral dos problemas predominantes de gestão administrativa. Por isso, há a seguir uma explicação sucinta sobre características da gestão administrativa das universidades públicas brasileiras.

Os sistemas de gestão administrativa das universidades públicas são semelhantes entre si e entre outras instituições de ensino. Ao explicar sobre o sistema de gestão administrativa dos Institutos Federais da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, que é semelhante ao sistema de gestão administrativa das universidades, Fernandes (2010) diz que as instituições são estruturadas com uma Reitoria, cujas funções principais são definir políticas e supervisionar e controlar os variados *campi* das mesmas. Para funcionar, a Reitoria precisa de seu gabinete e do apoio de pró-reitorias e diretorias de atuação sistêmica que trabalhem matricialmente junto às unidades administrativas. Os departamentos das unidades administrativas devem ter um funcionamento híbrido, corporativo e cooperativo para viabilizar as atividades fins das universidades, que são ensino, pesquisa e extensão.

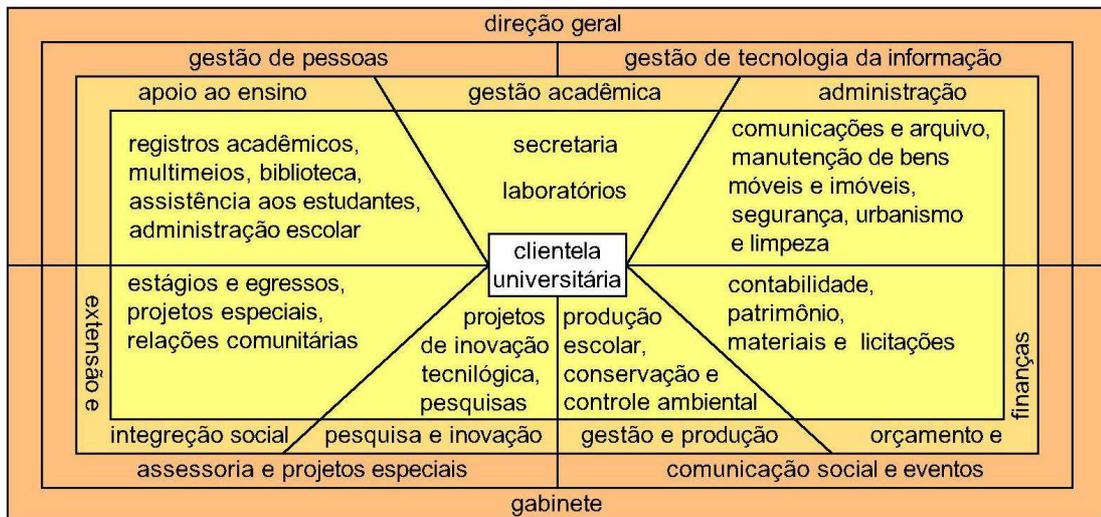
Segundo Esteves (2013, p. 13), uma das especificidades das universidades é a presença de conflitos políticos ou divergências de interesses e de diversidade de demandas e prioridades em cada setor, na relação entre os órgãos de seu complexo organograma (que é composto por “Reitor, Pró-Reitores, Diretores de Centros, Diretores de órgãos ligados à Reitoria, docentes, discentes, técnico-administrativos, além da comunidade externa que também se utiliza do espaço da mesma”). Nas universidades públicas brasileiras, muitas vezes, definições tecnicamente corretas são descartadas por decisões políticas. Pelo bem dessas instituições, essa prática não deveria ocorrer e é incoerente com sua ambiência, que é atribuída à promoção e à exaltação da ciência.

Outra característica importante que é presente nas universidades públicas é a constante mudança de gestores, o que, embora promova a democracia necessária em

instituições públicas, pode dificultar a continuidade de planos ou serviços já iniciados. Em uma instituição pública, é muito comum que serviços demandados e iniciados em um período de gestão se tornem obsoletos no próximo período. Essa obsolescência se deve principalmente aos conflitos políticos e divergências mencionados por Esteves (2013, p. 13) e à diferença de momentos socioeconômicos pela qual as universidades podem enfrentar entre uma gestão e outra. A descontinuidade de ações quase sempre significa redução de eficiência e de sustentabilidade, e pode gerar, entre outros problemas, desperdício de horas trabalhadas e, conseqüentemente, prejuízos financeiros.

Para que as universidades públicas brasileiras garantam um funcionamento eficaz, Fernandes (2010) explica que o tamanho de suas estruturas administrativas deverá ser proporcional ao tamanho das instituições. Os recursos humanos para a administração devem respeitar, de acordo com as determinações do Governo Federal para cada instituição, os quantitativos do quadro de servidores técnico-administrativos em educação (TAE's) e o orçamento para a contratação de funcionários terceirizados de apoio temporário. Nas universidades públicas, quase sempre, professores do quadro de servidores da docência são nomeados para assumirem cargos gerenciais de gestão administrativa como os de Reitor, Pró-Reitor e Diretor, embora não sejam necessariamente formados para exercerem a administração acadêmica – o que demanda esforços adicionais no sentido de promover uma gestão de qualidade. Vale destacar que os servidores públicos, por sua vez, tomam posse dos cargos a partir de aprovação em concursos públicos e, a partir dessa efetivação, podem ser nomeados para assumirem cargos gerenciais sem a necessidade de qualquer comprovação de qualificação para o cumprimento do exercício.

FIGURA 1 - Organograma administrativo genérico de câmpus universitários



Legenda da hierarquia gerencial : Departamentos Administrativos Pró-Reitorias Reitoria

Fonte: Fernandes (2010), modificado pelo autor.

2.3. Construções Sustentáveis e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A sociedade busca sobrevivência e conforto através do ambiente construído e das facilidades promovidas pelas técnicas desde os seus primórdios. Inicialmente, a relação do homem com o meio ambiente natural era mais harmoniosa e equilibrada. As construções e as atividades que eram exercidas geravam pouco impacto ao meio ambiente e eram baseadas nas condições ambientais e nos materiais locais. Após o início da Revolução Industrial, no século XIX, em consequência da evolução das técnicas, houve um grande crescimento populacional e de consumo que intensificou a diversificação da atividade humana e a utilização de recursos naturais, o que aumentou consideravelmente os impactos ambientais (TAVARES, 2006, p. 18).

Os impactos ambientais foram negligenciados pela sociedade até meados do século XX, quando culminaram em escassez de recursos naturais e graves problemas ambientais que começaram a atingir todo o globo terrestre. Finalmente, entre as décadas de 1960 e 1970, quando se iniciou a crise do petróleo, a consciência ecológica ganhou notoriedade. Os Estados Unidos da América criaram a Lei Nacional de Política Ambiental com o objetivo de promover a preservação do meio ambiente. A Conferência de Estocolmo, que foi organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), e o Relatório do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) foram grandes marcos da política ambiental nos anos de 1970 e lançaram o conceito de desenvolvimento sustentável, que foi impulsionado pelo Relatório Brundtland, em 1987. Na década de 1990, gestores políticos, ambientalistas e a comunidade acadêmica focaram o desenvolvimento sustentável em discussões que formaram uma base para o acontecimento da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, a RIO 92 (CANELAS, 2004, p. 5).

A RIO 92 gerou a Agenda 21, que é um documento que firma o compromisso de países participantes em cumprir metas e ações a serem realizadas que buscam o desenvolvimento sustentável. Em relação à construção civil, a Agenda 21 originou outros documentos: a Agenda Habitat II (em 1996), a Agenda 21 para Construções Sustentáveis (em 1999) e a Agenda 21 para Construções Sustentáveis em Países em Desenvolvimento (em 2002). Esses documentos delinearão conceitos e diretrizes das chamadas construções sustentáveis, que contêm os princípios do desenvolvimento sustentável aplicados ao ciclo de vida das edificações. “É um processo holístico, que visa a restaurar e a manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos, ao criar empreendimentos que afirmem a dignidade humana e incentivem a equidade dos aspectos ambientais, sociais e econômicos” (CIB, 1999 *apud* TAVARES, 2006, p. 27-28).

Canelas (2004, p. 5) aponta que, na década de 1990, foram criados instrumentos regulatórios e incentivos e exigências fiscais que visaram a normatização de padrões de

produção e consumo e de qualidade de produtos. Também houve a ascensão de empresas verdes, bem como de pesquisas por novos materiais e fontes de energia renovável. Coltro (2007, p. 7) explica que foi nesse contexto de conflito entre intensa produção industrial e preocupação geral com as questões ambientais e o desenvolvimento sustentável que os estudos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dos produtos, que se iniciaram na década de 1960, se expandiram.

2.3.1. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

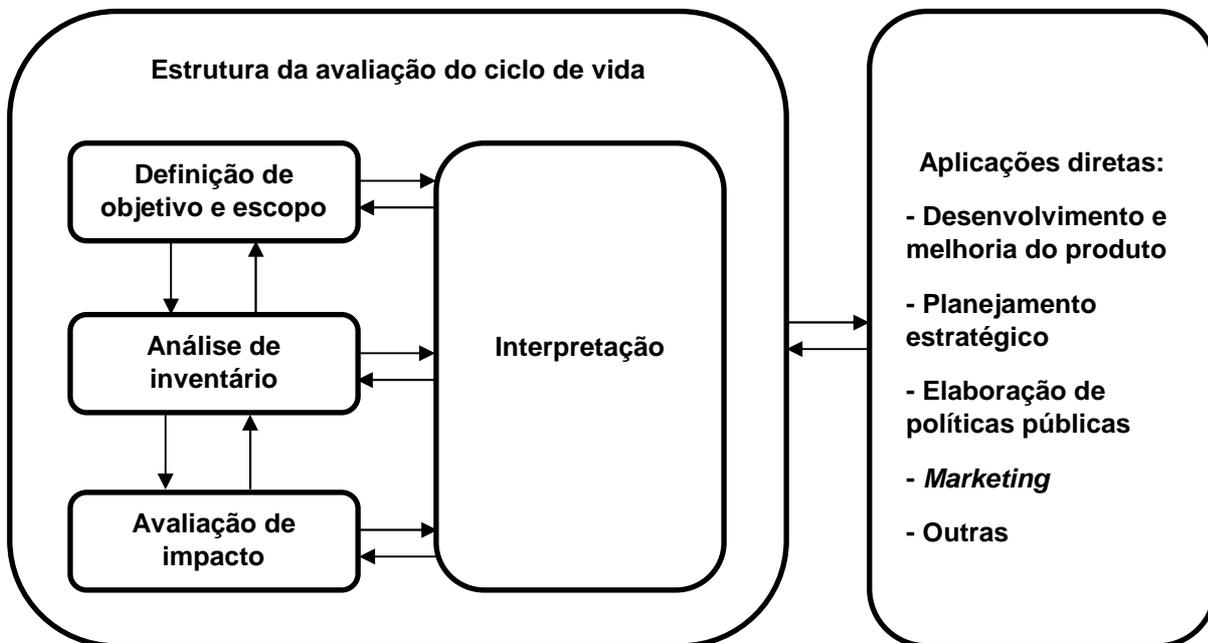
A ACV é uma ferramenta que é utilizada para identificar e quantificar os impactos ambientais gerados ao longo de todas as fases da vida de um determinado produto, que vai desde a extração de sua matéria prima até o uso e o descarte no fim de sua vida útil. Os resultados de uma ACV oferecem indicativos que podem auxiliar em definições de recursos e tecnologias a serem utilizadas em uma produção, visando melhorias no processo e sustentabilidade (D'AGOSTINI; FINOTTI, 2010, p. 106). Entre as décadas de 1990 e 2000, a ACV foi normalizada internacionalmente através da série de normas ISO 14040. A elaboração dessas normas contou com a colaboração de 300 especialistas em ACV de cerca de 29 países. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) internalizou, a partir de 2001, a série de normas NBR ISO 14040 (COLTRO, 2007, p.8).

A NBR ISO 14040 estabelece que “a ACV é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto”. O estudo de uma ACV considera todas as etapas da vida útil de um produto e contempla a compilação de um inventário, a avaliação de impactos ambientais potenciais de entradas e saídas de um processo e a interpretação de resultados obtidos. Essa técnica pode contribuir na melhoria dos aspectos ambientais de produtos nas etapas do ciclo de vida, em tomadas de decisões de organizações, na seleção de indicadores de desempenho ambiental e na aquisição de declarações e rotulagens ambientais. A ACV possui basicamente quatro fases (ver figura 2), que são: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados (ABNT, 2001).

A ACV é uma ferramenta muito importante, pois pode subsidiar o entendimento e o gerenciamento de questões complexas de processos produtivos. O gerenciamento do ciclo de vida é um conceito de produção que considera todas as etapas da vida de um determinado produto como um todo e otimiza a interação entre as mesmas. Tendo em vista a atual e crescente demanda por produtos e processos sustentáveis, a prática de projetar um produto levando em consideração seu ciclo de vida é um dos principais desafios e necessidades das empresas. O contexto da eco-eficiência gera um ambiente competitivo entre as empresas que impulsiona inovações tecnológicas e uma maior preocupação com

as questões ambientais. Muitas vezes, a eco-eficiência contribui tanto com a preservação ambiental quanto com a economia dos sistemas (COLTRO, 2007, p.12-13).

FIGURA 2 - Fases de uma ACV



Fonte: ABNT (2001), modificado pelo autor.

2.3.2. Análise Qualitativa da Sustentabilidade no Ciclo de Vida de Edificações

A aplicação da ACV na construção civil é dificultada principalmente pela complexidade e longa durabilidade das edificações e pela sua característica artesanal, ou seja, pela falta de padronização e de controle de qualidade do processo construtivo. Para que a ACV de uma edificação seja possível, é necessário que se tenha bancos de dados confiáveis para a alimentação do inventário das entradas do processo. Algumas plataformas virtuais oferecem dados, mas ainda faltam informações sobre diversos componentes e materiais utilizados na construção civil. Apesar dessas dificuldades, é possível utilizar princípios da ACV para orientar definições no processo construtivo (AGUILAR *et al.*, 2010, p. 302). Battistelle *et al.* (2011) explicam que a ACV pode ser utilizada na construção civil para a definição de sistemas construtivos e materiais que, após avaliações e comparações, apresentem menores índices de impactos ambientais em relação à outros. A ACV de materiais compostos por resíduos, por exemplo, pode revelar que a aplicação dos mesmos (reciclagem) nem sempre será a atitude mais sustentável. Esses autores também explicam que a ACV pode ajudar a detectar fases do processo construtivo que são passíveis de redução da geração de resíduos e impactos na própria produção.

Portanto, são muitos os benefícios da aplicação da ACV na construção civil. Os principais benefícios são: agilidade em processos decisórios; redução dos impactos ambientais provenientes da construção civil em todo o ciclo de vida das edificações; redução do consumo energético, de água e de materiais (e, conseqüentemente, economia de recursos); construção de espaços adequados, confortáveis e otimizados; reconhecimento confiança do mercado e dos empreendedores; e facilidade de aquisição de certificações ambientais, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que se baseia no ciclo de vida das edificações para classificar projetos e prédios de acordo com requisitos específicos (CARDOSO; DEGANI, 2002).

É importante deixar claro que este trabalho não pretende abordar as questões necessárias para o entendimento completo da aplicação da ACV na construção civil nem muito menos realizar uma ACV do objeto do estudo de caso, pois essas tarefas não são possíveis, devido às suas complexidades e à dimensão reduzida da pesquisa. O que se pretende neste trabalho é realizar uma análise qualitativa da sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento projetado que foi escolhido como objeto do estudo de caso, utilizando princípios da ACV, para demonstrar a importância das definições projetuais e do processo de projeto na sustentabilidade do ambiente construído.

A utilização da análise qualitativa da sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edificações é muito favorável ao desenvolvimento sustentável, tendo em vista que essa ferramenta pode contribuir na identificação e no tratamento dos impactos ambientais de todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação. O projeto arquitetônico moderno é marcado pela integralidade da preocupação com os problemas originados em todas as fases do ciclo de vida da edificação (NEUFERT, 2013, p. 60). Cardoso e Degani (2000, p. 3) explicam que o produto edificação, quando é entendido como um todo (sem que sejam considerados os ciclos de vida de cada um de seus variados componentes), possui basicamente cinco fases em seu ciclo de vida, que são:

1) Planejamento: é a fase de concepção da edificação, onde são realizados estudos de viabilidade (física, econômica e financeira) e elaborados projetos de construção civil, especificações e programações do desenvolvimento das atividades construtivas. Essa é a fase inicial da edificação e a mais importante para o seu desempenho, pois é neste momento que devem ser previstas soluções minimizadoras de impactos ambientais;

2) Implantação: é a fase de construção da edificação;

3) Uso: é a fase de operação da edificação, quando os usuários a ocupam;

4) Manutenção: é a fase de reforma da edificação, quando há necessidade de reposição, alteração ou manutenção de componentes, sistemas ou atividades; e

5) Demolição: é a fase de desmonte da edificação, quando sua vida útil finaliza.

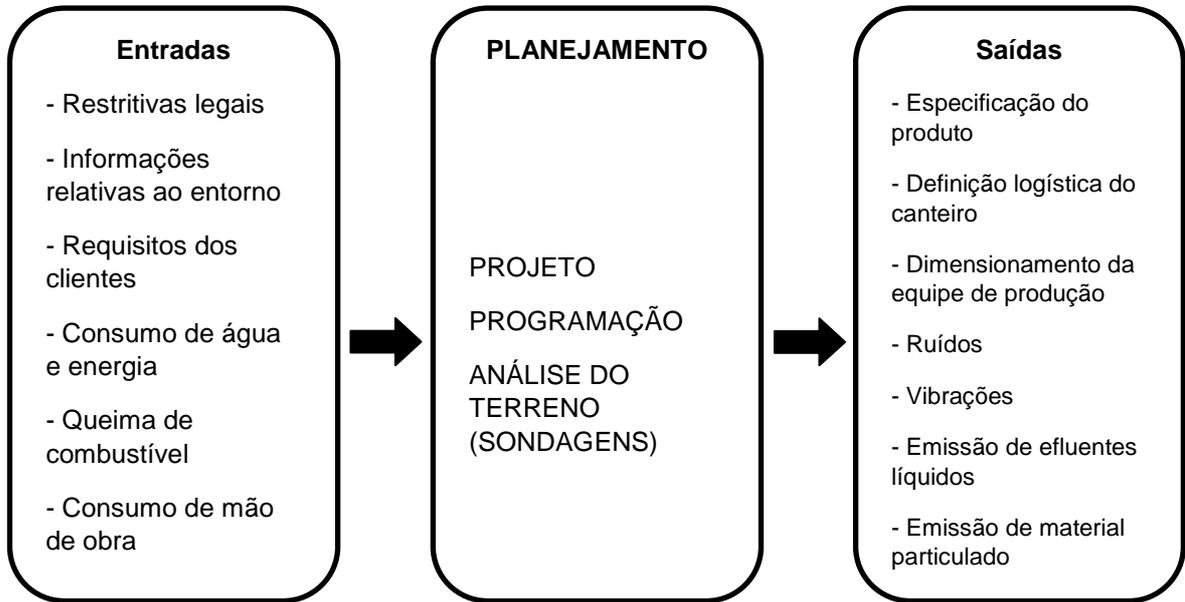
FIGURA 3 - Diagrama esquemático do ciclo de vida da edificação



Fonte: Elaborado pelo autor.

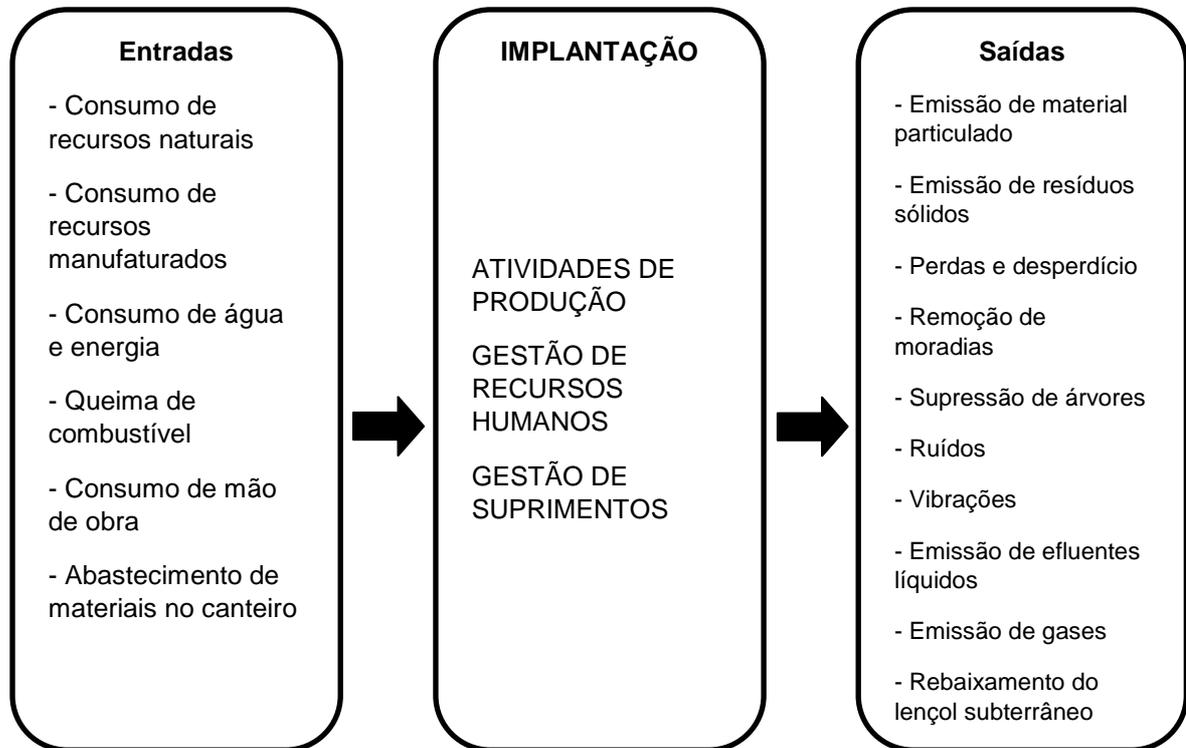
Em cada fase do ciclo de vida das edificações são desenvolvidas atividades que podem interagir com o meio ambiente ou impactá-lo, favorecendo-o ou degradando-o. Cardoso e Degani (2002) analisaram as principais atividades existentes em cada fase do ciclo de vida das edificações e identificaram os seguintes aspectos ambientais que estão representados nos diagramas esquemáticos das figuras 4, 5, 6, 7 e 8 abaixo. A partir desses aspectos ambientais que foram identificados, os autores listaram vários tipos de impactos ambientais que podem decorrer do ciclo de vida das edificações. Os impactos ambientais listados foram divididos em três classes que se diferenciam pelo meio, que pode ser físico (alterações do solo, contaminação do solo e da água, esgotamento de jazidas, indução de processos erosivos, emissão de material particulado, contaminação por gases, poluição sonora e dos lençóis subterrâneos, escassez de energia e água, etc.), biótico (interferência na fauna e na flora e alteração na dinâmica dos ecossistemas, etc.) e socioeconômico (alterações da paisagem, do tráfego e das condições de saúde e de segurança; incômodo para a comunidade; geração de resíduos; obstrução de córregos e vias pluviais; geração de emprego e renda; aumento das despesas do município, etc.).

FIGURA 4 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de planejamento de uma edificação



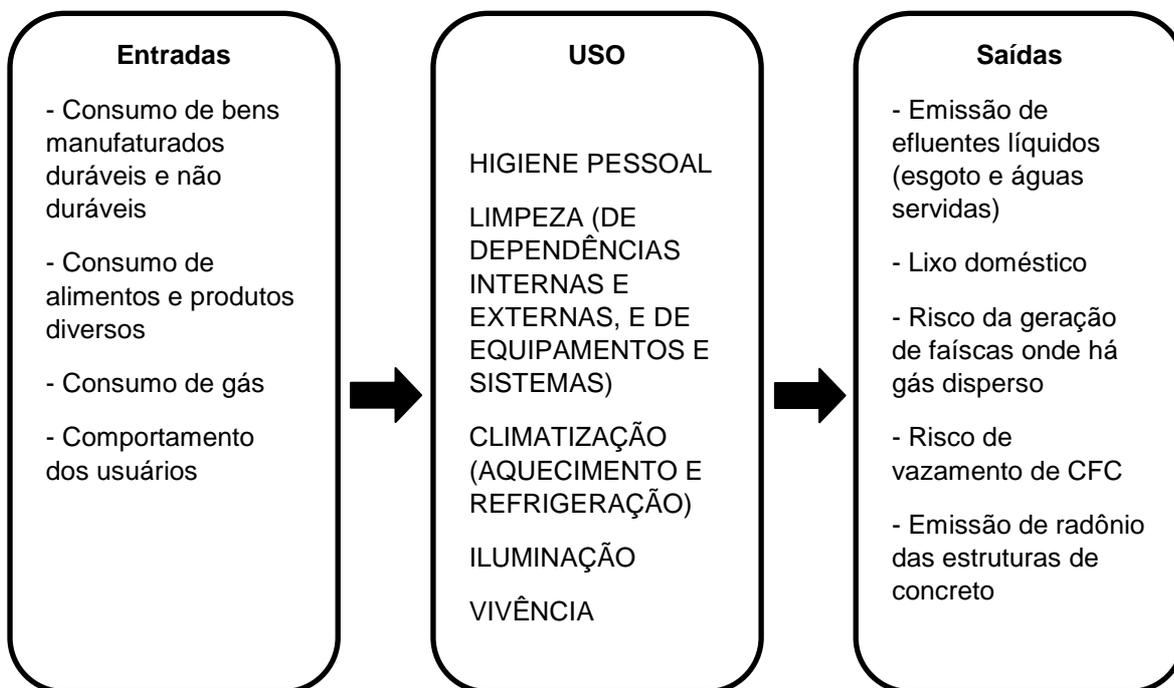
Fonte: Cardoso e Degani (2002), modificado pelo autor.

FIGURA 5 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de implantação de uma edificação



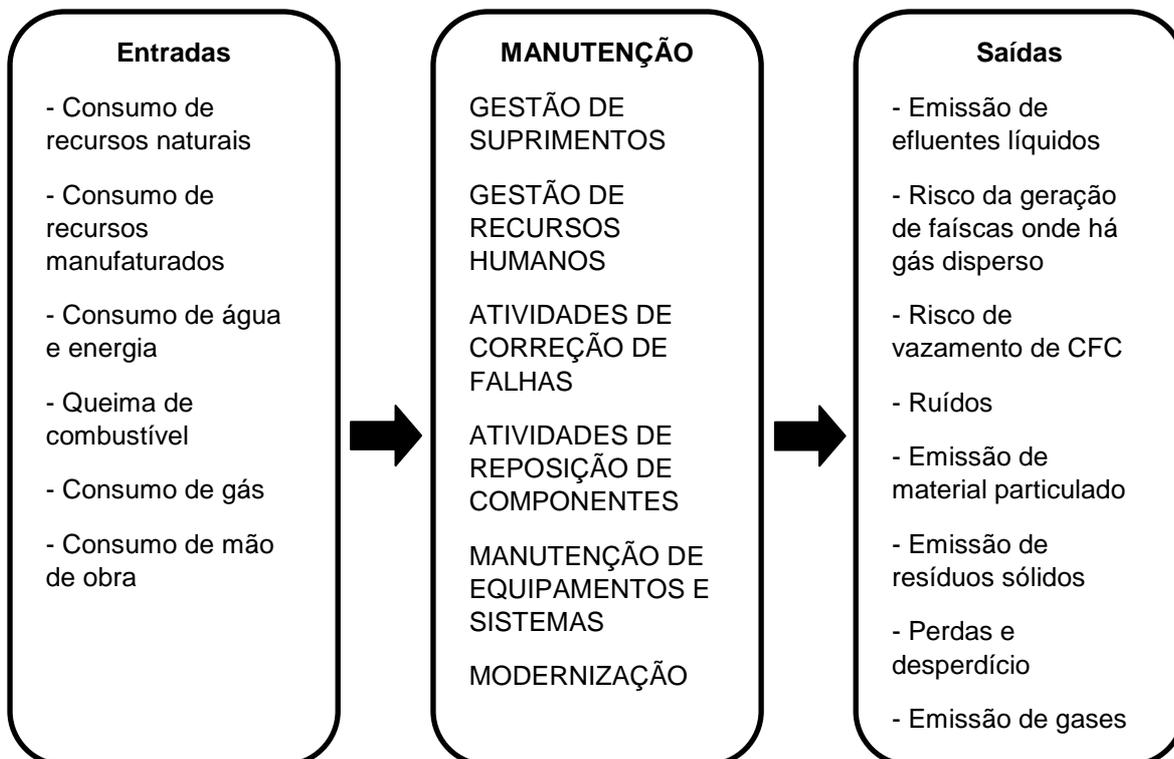
Fonte: Cardoso e Degani (2002), modificado pelo autor.

FIGURA 6 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de uso de uma edificação



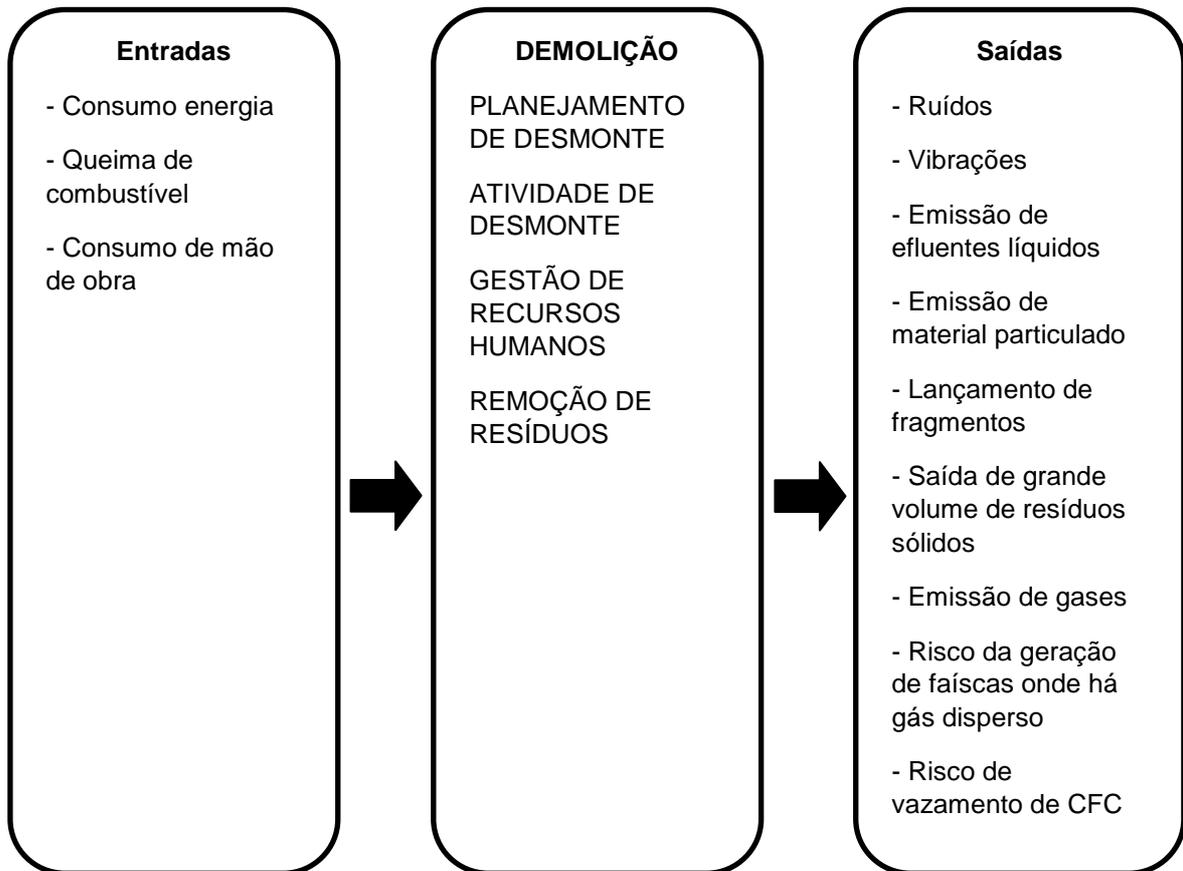
Fonte: Cardoso e Degani (2002), modificado pelo autor.

FIGURA 7 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de manutenção de uma edificação



Fonte: Cardoso e Degani (2002), modificado pelo autor.

FIGURA 8 - Diagrama esquemático dos principais aspectos ambientais de entrada e saída dos processos desenvolvidos na fase de demolição de uma edificação



Fonte: Cardoso e Degani (2002), modificado pelo autor.

2.4. A Sustentabilidade do Ambiente Construído Influenciada pelo Projeto Arquitetônico nas Etapas do Ciclo de Vida das Edificações Universitárias

As soluções adotadas no projeto arquitetônico são fundamentais para o sucesso e a sustentabilidade das edificações. É no momento de concepção projetual que se deve prever o funcionamento da edificação em todas as fases de sua vida. Por isso, deve-se utilizar o princípio do ciclo de vida no processo de projeto de edificações (NEUFERT, 2013). A seguir será feito um estudo da influência do projeto arquitetônico na sustentabilidade do ambiente construído em todas as fases do ciclo de vida das edificações, com foco nas edificações universitárias. O estudo revela a importância do projeto arquitetônico para o desenvolvimento sustentável.

FIGURA 9 - O princípio do ciclo de vida de uma edificação

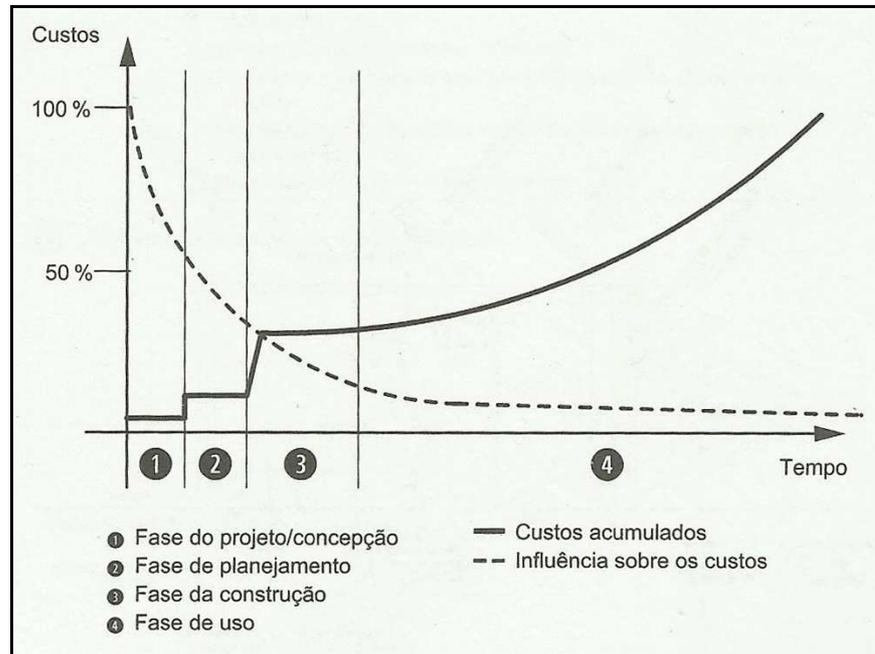


Fonte: Neufert (2013).

2.4.1. Fase de Planejamento

A fase de planejamento é a fase inicial e a mais importante do ciclo de vida de uma edificação. Neste momento, são realizados os estudos de viabilidade do empreendimento, a concepção da edificação e o desenvolvimento da programação de construção. As soluções elaboradas no projeto arquitetônico influenciam todas as fases do seu ciclo de vida. Por isso, principalmente do ponto de vista do desempenho e da sustentabilidade do ambiente construído, o projeto arquitetônico é extremamente importante (CARDOSO; DEGANI, 2002). O planejamento do edifício, quando considera o ciclo de vida da edificação, também contribui com a economia do empreendimento. As soluções arquitetônicas têm grande influência também na redução dos custos (NEUFERT, 2013). A figura 10 demonstra o quanto o projeto arquitetônico pode influenciar na economia da edificação, principalmente nas fases de construção e de operação. Considerando a definição de fase de planejamento que foi adotada neste trabalho, entende-se que, na figura 10, as fases 1 e 2 (fase do projeto/concepção e fase de planejamento) representadas no gráfico fazem parte de uma única fase, que é denominada como fase de planejamento.

FIGURA 10 - Gráfico da possibilidade de influência do projeto sobre o custo da edificação



Fonte: Neufert (2013).

O investimento em tecnologias sustentáveis concebidas no projeto arquitetônico se reverte em economia, redução do impacto ambiental e minimização da emissão de carbono. A chamada “cultura da sustentabilidade” é um conjunto de atitudes que visa a redução do impacto ambiental. Eliminar ou minimizar os impactos ambientais é uma obrigação dos servidores públicos. Por isso, os projetos arquitetônicos de instituições públicas também devem ser pensados na perspectiva do desempenho ambiental e da sustentabilidade. E, ainda, devem ser coordenados de maneira eficiente e no sentido da busca pela sustentabilidade, integrando todos os projetos de instalações (VIGGIANO, 2010, p. 10-13).

Os projetos de construção civil relacionados aos espaços urbanos e às edificações são elaborados com o objetivo de atender as demandas de clientes ou usuários. No serviço público, “usuário” é o termo mais comum para designar o solicitante de projetos e/ou quem irá utilizar os espaços edificados. Além das necessidades (“funcionais, estéticas, de uso, etc.”) dos usuários, na elaboração dos projetos de construção civil devem ser considerados requisitos técnicos, legais e orçamentários que limitam a concepção da obra, que deve satisfazer critérios de desempenho (ESTEVES; FALCOSKI, 2013). Os projetos de construção civil são grandes responsáveis pelo sucesso dos empreendimentos no que diz respeito à qualidade, à economia e à sustentabilidade dos espaços edificados. O processo de projeto ainda é visto por muitas empresas como um custo, mas deveria ser entendido

como um investimento cuja vantagem está no retorno conquistado em longo prazo com a eficiência da produção e a qualidade da obra (FABRICIO, 2002, p. 69-73).

Para a concepção de projetos de construção civil são necessários projetistas de diversas formações, interesses e funções. O processo de concepção de projetos de edificações é bastante complexo, porque, além de necessitar da integração de variadas técnicas de diversos profissionais, também é marcado pela diversidade de etapas e de condicionantes próprios de cada empreendimento, que são determinados por objetivos, necessidades, prazos, custos, normas técnicas, legislações, etc.; e é decisivo, no sentido de que determina as características dos espaços a serem concebidos e os resultados consequentes (FABRICIO; MELHADO, 2007, p. 12). Por isso, para que se estabeleça um controle que contribua para que o espaço físico de um empreendimento seja sustentável, é muito importante investir em uma gestão de projetos de edificações eficiente, pois esse gerenciamento ajuda a garantir que toda a equipe de projetistas esteja organizada e tenha consciência de que suas decisões contribuem para o resultado final da obra (FABRICIO, 2002).

Portanto, realizar o gerenciamento do projeto arquitetônico é uma tarefa necessária na fase de planejamento, para tornar o seu processo eficiente e, conseqüentemente, obter como resultado o desempenho desejado também nas outras fases. Um projeto arquitetônico bem gerenciado impacta muito positivamente na sustentabilidade da fase de planejamento da edificação. É importante destacar algumas ferramentas que podem ser utilizadas no gerenciamento e contribuem na influência do projeto arquitetônico em relação à sustentabilidade, que são: o estudo de viabilidade, o programa de necessidades, a coleta de dados das condicionantes locais e legais, a tecnologia de modelagem de informação de edificações (*Building Information Modelling – BIM*) e análise qualitativa da sustentabilidade ao longo do ciclo de vida da edificação, que podem (e é desejável que estejam) estar integrados. Os subitens abaixo descrevem essas ferramentas sucintamente e apontam seus benefícios, com foco em universidades públicas, a iniciar pelo gerenciamento de projetos.

A. O Gerenciamento de Projetos:

Na construção civil brasileira, “Gerenciamento de Projeto” e “Gestão de Projeto” são os termos mais empregados para definir o conjunto de atividades do processo de planejamento e concepção do ambiente construído que, quando é eficiente, permite melhorar a qualidade, a coordenação, o gerenciamento e o planejamento do processo de elaboração de projetos de edificações e, conseqüentemente, elevar a qualidade e a eficiência dos projetos e das obras (ESTEVES; FALCOSKI, 2013). Para Esteves e Falcoski (2013), a principal função da gestão de projetos é a coordenação dos variados projetistas

envolvidos para o cumprimento de metas. Esses mesmos autores, considerando textos como os do *Project Management Institute* (PMI), por exemplo, alertam que é necessário diferenciar a definição de “gestão de projetos” descrita acima (que, em inglês, a tradução seria *Design Management*) da definição em sentido mais amplo de “gestão do empreendimento” (que, em inglês, a tradução seria *Project Management*).

O PMI (sigla em inglês do Instituto de Gerenciamento de Projetos) é “uma das maiores associações para profissionais de gerenciamento de projetos” e atua em quase todos os países do mundo (PMI, 2016). Essa instituição auxilia os profissionais que objetivam desenvolver a gestão de projetos de variados tipos de organizações e é a criadora do Guia PMBOK (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, que em português é traduzido como Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos de Gerenciamento de Projetos), que é a publicação mais difundida da área de gestão de projetos e contém os principais aspectos que podem ser abordados no gerenciamento de qualquer tipo de projeto. O Guia PMBOK deve ser entendido como uma padronização que identifica e nomeia processos, áreas de conhecimento, técnicas, regras e métodos (PAIVA, 2007).

Conforme definição do PMI (2013, p. 3), um projeto é um conjunto de atividades temporárias (com início, meio e fim) para a produção de um único produto, serviço ou resultado. A essência da definição de projeto é dada pela sua condição de possuir exclusividade e finalização. Todo projeto é necessariamente único e finito, pois não é uma rotina e sim um esforço temporário que em determinado momento é finalizado, tanto pelo cumprimento dos objetivos que o motivaram quanto por eventual interrupção. A condição temporária do projeto não indica que ele deve ser de curta duração e que o seu resultado não seja longo. Existem projetos de curto, médio e longo prazo e seus resultados podem ser tangíveis ou intangíveis, mas geralmente são duradouros e impactantes. São exemplos de resultado de projeto: a construção de edifícios, o desenvolvimento de produtos e de softwares, o desenvolvimento de pesquisas e estudos científicos, a montagem e a recepção de eventos, ações de qualificação da mão de obra, ações para a promoção de melhorias e expansões de negócios, ações de controle do governo, etc. Um projeto pode envolver só uma ou muitas pessoas, assim como pode envolver só uma organização ou várias.

O PMI (2016) defende que, para obter resultados satisfatórios dentro do cronograma e do orçamento previstos, todo projeto deve ser gerenciado de maneira especializada. Para o PMI (2013, p. 5), o gerenciamento de projetos é a “aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos”, promovendo sua execução de forma efetiva e eficaz. O gerenciamento de projetos também pode ser entendido como uma competência estratégica que permite com que as organizações agreguem os resultados dos projetos aos objetivos dos negócios. No Guia PMBOK, o PMI identifica cinco grupos de processo de gerenciamento de projetos

(início, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento), dez áreas de conhecimento (integração, escopo, custos, qualidade, aquisição, recursos humanos, comunicações, risco, tempo e partes interessadas) e, mesmo sem buscar limitar, considera as seguintes fases:

“identificação dos requisitos; abordagem das diferentes necessidades, preocupações e expectativas das partes interessadas no planejamento e execução do projeto; estabelecimento, manutenção e execução de comunicações ativas, eficazes e colaborativas entre as partes interessadas; gerenciamento das partes interessadas, visando o atendimento aos requisitos do projeto e a criação das suas entregas; equilíbrio das restrições conflitantes do projeto que incluem, mas não se limitam, a: escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e riscos” (PMI, 2013, p. 6).

A prática do gerenciamento de projetos está se expandindo rapidamente. Segundo o PMI (2016), essa expansão se deve ao valor dado ao foco personalizado com o qual o gerenciamento de projetos trabalha a programação, os objetivos e os recursos de cada projeto. Esteves e Falcoski (2011) explicam que a importância da gestão do processo de projeto na construção civil é crescente porque é notório que esse sistema de gerenciamento busca tornar o processo de projeto mais eficaz, explicitando “as etapas, sequências e conhecimentos envolvidos nos projetos, e as responsabilidades dos múltiplos agentes neste processo”. Gontijo (2016) concluiu em seu artigo sobre gestão de projetos de edificações em empresas de arquitetura que a identificação e a compreensão dos processos envolvidos no projeto arquitetônico – ou seja, a aplicação da gestão de projetos em escritórios de arquitetura – é essencial para a melhoria da qualidade e da produtividade. Portanto, a gestão de projetos, devido aos seus benefícios, que contribuem para o sucesso do projeto e da obra, tem se tornado cada vez mais importante na construção civil.

Esteves e Falcoski (2013) consideram que a primeira tarefa a ser realizada para a gestão do processo de projetos da construção civil e dos profissionais que neles estão envolvidos é o mapeamento do processo de projeto. Esse mapeamento pode ser realizado por modelagem, que é um instrumento de análise de um determinado sistema que permite a especificação das fases do projeto, definindo recursos, dados e relações. A partir da modelagem do processo é possível analisar as especificidades de cada etapa do projeto e controlá-lo, tomando decisões entre as etapas do projeto e os agentes envolvidos para obter eficiência no processo. Oliveira e Veríssimo (2015, p. 28) apontam que os principais benefícios da gestão de projetos são maior controle sobre variáveis (custo, tempo, contratos, riscos, etc.); registro de lições aprendidas, o que contribui com a redução de erros futuros e com a evolução da experiência da equipe; obtenção de confiança de clientes, fornecedores e parceiros comerciais; e, conseqüentemente, melhores resultados e eficiência.

B. O Estudo de Viabilidade:

Para ser sustentável, primeiramente o estudo de viabilidade de um projeto arquitetônico deve considerar a necessidade de se construir. Não construir pode ser a solução mais sustentável. Edificações são recursos caros, duram muitos anos e consomem muito durante todo o seu ciclo de vida. Existem outras estratégias que podem satisfazer as necessidades dos usuários, como reformar, reorganizar e otimizar espaços existentes (HEYWOOD, 2015). Construir uma edificação é uma decisão que deve ser muito bem pensada dentro de um planejamento global. Em instituições públicas, geralmente, essas decisões não dependem dos profissionais técnicos. Mas esses profissionais devem alertar os gestores a partir do monitoramento do planejamento físico e do estudo de viabilidade.

Se a decisão realmente for construir a edificação, é preciso analisar a sua viabilidade em relação à aspectos físicos, econômicos e financeiros. A partir dessa ferramenta, é possível prever, por exemplo, se a edificação é tecnicamente viável de acordo com as condições do terreno ou com o sistema construtivo proposto; se existem recursos financeiros e de mão de obra suficientes para erguer a obra até o final; ou se o retorno do investimento será realmente o desejado em longo prazo. Esse estudo pode ajudar na prevenção de paralisação de obras e desperdício de horas trabalhadas e, conseqüentemente, a tornar o processo de projeto mais eficiente e a arquitetura mais sustentável.

C. O Programa de Necessidades:

O programa de necessidades pode ser entendido como um modelo dos componentes funcionais do empreendimento que devem ser atendidos pelo projeto arquitetônico. O programa deve conter as necessidades detalhadas de todos os usuários de cada espaço da edificação a ser concebida. Para que seja elaborada uma proposta de projeto adequada e eficaz, as necessidades dos usuários devem estar descritas de maneira quantitativa e qualitativa, considerando todos os objetivos e exigências dos usuários. Após a sua elaboração e apresentação, o programa de necessidades deve ser aprovado formalmente antes do início do desenvolvimento do projeto (HART; MCALLISTER, 2017, p. 16-17). Quanto o projeto é premente ou a elaboração de seu programa de necessidades não é possível, deve-se haver uma flexibilização desse procedimento. É importante o entendimento de que o programa de necessidades é uma possibilidade de ferramenta facilitadora do processo e não uma condição para a elaboração de todo tipo de projeto. Ainda de acordo com Hart e McAllister (2017), o processo de elaboração do programa de necessidades de uma edificação universitária possui basicamente as seguintes etapas:

- Formação de um Grupo Diretor do Projeto: é necessário que usuários representantes sejam nomeados em grupos para listagem das necessidades e das exigências e reflexão dos objetivos estratégicos e das metas do projeto;

- Reunião preliminar: é recomendável que seja feita uma reunião de alto nível com os representantes selecionados para que seja apresentada uma visão geral dos objetivos, das metas, dos aspectos operacionais e da entrega do projeto. Essa reunião também deve conter a apresentação das necessidades do projeto e a divulgação de informações e documentos relevantes;

- Reuniões para entrevistas: após a reunião com a alta diretoria, é necessário que se faça uma reunião com o responsável pela demanda do projeto para que se estabeleça uma lista de usuários que deverão ser entrevistados para a primeira etapa da coleta de informações. Deve ser gerada uma planilha com os horários das entrevistas. Os usuários que serão entrevistados devem apresentar uma lista de exigências para discussão nas entrevistas. As entrevistas devem ser padronizadas;

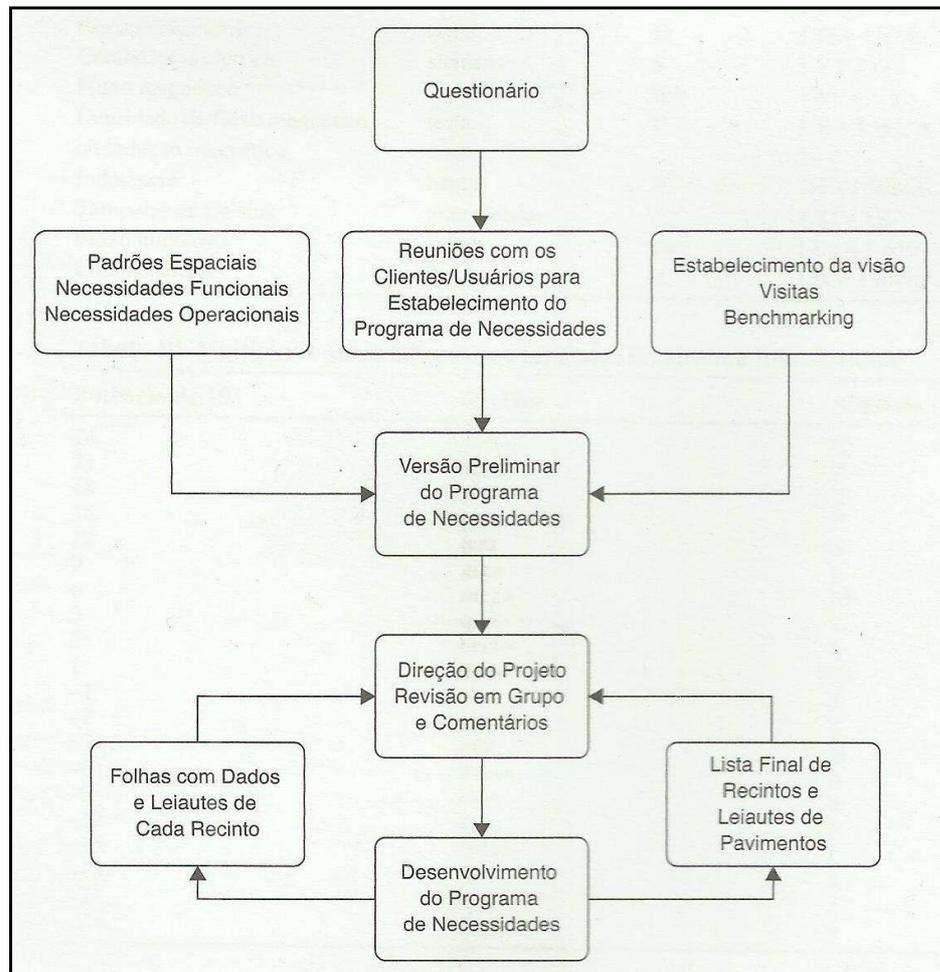
- Questionário: os usuários selecionados devem receber um questionário padronizado antes das entrevistas. O questionário deverá ser preenchido pelos usuários e entregue na reunião para revisão e discussão. O questionário deve buscar a coleta de dados que sejam suficientes para a elaboração do estudo preliminar do projeto;

- Visitas e estabelecimento de um *benchmark*: durante as entrevistas, cada espaço relevante ao projeto deve ser visitado para que o seu funcionamento seja entendido e seja feita uma averiguação de seus pontos positivos e negativos em relação ao atendimento das necessidades dos usuários. Obras análogas também deverão ser visitadas nessa etapa para que sejam verificadas as condições das soluções usuais. Essa etapa também deve incluir a análise das normativas vigentes que forem pertinentes ao projeto;

- Programa de necessidades preliminar: deve ser feito um registro completo de todas as reuniões realizadas, contendo todas as informações obtidas para a elaboração do programa de necessidades. Essas informações devem ser incluídas em um programa de necessidades preliminar, que deverá ser apresentado ao Grupo Diretor do Projeto para ser discutido, revisado e aprovado; e

- Desenvolvimento do programa de necessidades: após a aprovação do programa de necessidades preliminar, o processo de projeto deve considerar a revisão feita pelo Grupo Diretor do Projeto. Porém, o programa de necessidades preliminar pode ser utilizado se, quando comparado à revisão, determinar propostas de projeto mais apropriadas.

FIGURA 11 - Proposta de diagrama do processo de criação do programa de necessidades



Fonte: Hart e McAllister (2017).

Segundo a Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (AsBEA) (2012), um programa de necessidades de um projeto que objetive a sustentabilidade do ambiente construído deve considerar:

- Quantidade, tempo e período de permanência de usuários nos espaços;
- Necessidades específicas em termos de acessos e vias de circulação;

- Comportamento e cultura padrão de consumo (de energia, água e materiais) dos usuários e estimativa de consumo mensal mínimo, médio e máximo;
- Levantamento das necessidades em termos de equipamentos consumidores de energia e água para uso individual e coletivo;
- Estimativa da geração de resíduos de uso, operação e manutenção;
- Identificação das necessidades de desempenho térmico, acústico e luminoso e de conforto ambiental dos ambientes: condições climáticas específicas, geração de ou sensibilidade à ruído e vibração, permeabilidade visual, privacidade, níveis de iluminância específicos, etc.;
- Identificação de áreas que tenham necessidades específicas de higienização e controle de riscos de contaminação;
- Identificação da necessidade de segurança dos usuários e do patrimônio, considerando valores dos bens a serem armazenados; violação de sistemas de dados; e proteção contra incêndio, descargas atmosféricas, inundações e outros sinistros;
- Identificação de necessidade de manutenção, durabilidade e adaptabilidade de sistemas prediais, equipamentos e espaços edificados;
- Disponibilidade orçamentária para construção e operação, incluindo previsão de gastos com manutenção de conservação e limpeza e monitoramento de segurança; e
- A vida útil pretendida para a edificação e para espaços específicos.

D. Coleta de Dados das Condicionantes Locais e Legais:

Além do programa de necessidades dos usuários, o projeto arquitetônico sustentável deve considerar as condições naturais do terreno e do seu entorno, infraestruturais do local, aspectos específicos da vizinhança e a legislação vigente pertinente ao projeto. Por isso, a AsBEA (2012) recomenda que sejam coletados dados:

- Climáticos: zona bioclimática, altitude, temperaturas mínimas e máximas mensais, aspectos da insolação, índices de umidade relativa do ar, índices de precipitação e direção, frequência e velocidade dos ventos dominantes. Esses dados devem ser analisados através de ferramentas, como a carta solar;
- Hidrográficos: identificação da bacia hidrográfica em que se insere o terreno, índices de precipitação, disponibilidade hídrica, nível do lençol freático em estação seca e chuvosa, qualidade da água subterrânea, grau de salinidade da água e risco de inundações;
- Topográficos: levantamento planialtimétrico cadastral, mapa de declividades, capacidade de drenagem natural superficial e profundidade do lençol freático, coeficiente de impermeabilização inicial, características físicas do solo e verificação da existência de contaminação do solo, de riscos geofísicos e do potencial de erosão do solo;
- Da qualidade do ar: verificação das características dos ventos dominantes, de obstruções naturais e construídas, da qualidade do ar e dos tipos e fontes de odores;
- Da fauna e da flora: verificação de espécies de animais e plantas existentes no local e no seu entorno, levantamento arbóreo e verificação de áreas de preservação ambiental e das paisagens marcantes;
- Do sistema viário: verificação dos tipos de vias existentes e de suas hierarquias, das condições das vias, da previsão de expansão, dos tipos de transportes presentes, dos fluxos de veículos e pedestres, da existência de estacionamentos e ciclovias no entorno, do nível de ruídos do trânsito;
- Do transporte coletivo: verificação dos tipos de transporte disponíveis, das suas condições, da possibilidade de expansão, da capacidade da rede e da proximidade do empreendimento;
- Da rede de distribuição de água: verificação da configuração, da integridade, da qualidade da água, da capacidade de abastecimento e escoamento das redes existentes, da previsão de expansão, da possibilidade de extensão até o empreendimento, dos custos de fornecimento e da disponibilidade de água de reuso;

- Da rede de esgoto: verificação da configuração, da integridade, da capacidade de drenagem sanitária das redes existentes e possibilidade de recebimento de efluentes especiais, da qualidade do sistema de tratamento, da previsão de expansão e da possibilidade de extensão até o empreendimento;

- Do sistema de drenagem de águas pluviais: verificação da configuração, da integridade, da capacidade da rede existente, da previsão de expansão e da possibilidade de extensão até o empreendimento;

- Da rede de distribuição de energia e gás: verificação da configuração, da integridade, da capacidade da rede existente, da previsão de expansão, da possibilidade de extensão até o empreendimento, de fontes externas de riscos (linhas elétricas de alta tensão) e de fontes emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência;

- Dos sistemas de comunicação: verificação da configuração, da integridade, da capacidade da rede existente, da previsão de expansão, da possibilidade de extensão até o empreendimento, dos serviços disponíveis (correios, dados, voz, TV, etc.) e de sua qualidade e de fontes de radiofrequência do entorno;

- Dos sistemas de coleta de resíduos sólidos urbanos: verificação da configuração, dos tipos de sistemas de coleta existentes, da frequência de coleta, da previsão de expansão, da possibilidade de adequação para atendimento, da capacidade de redes coletoras para captação de resíduos de canteiro e de uso e operação, de programas locais de reaproveitamento de resíduos, de áreas de descarte formais e próximas para diversos resíduos, da necessidade de contratação de serviços de coleta como grande gerador ou para resíduo especial; e

- Da infraestrutura de equipamentos urbanos próximos e das características da vizinhança: verificação da existência de serviços existentes no entorno (segurança pública, postos de saúde, hospitais, supermercados, restaurantes, postos de abastecimento, parques, clubes, teatros, auditórios, etc.), dos padrões construtivos predominantes e das características da paisagem urbana existente e das características socioculturais da população vizinha;

- Da legislação: verificar as exigências e os parâmetros definidos pela legislação pertinente, como lei de uso e ocupação do solo, normas técnicas, instruções normativas, resoluções, portarias, etc.

E. A Tecnologia BIM:

A construção civil e o processo de projeto estão ficando cada vez mais complexos, principalmente por causa das novas exigências do desenvolvimento sustentável. Por isso, é necessário que sejam implantadas ferramentas que auxiliem os trabalhos. A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) proporciona algumas ferramentas que podem facilitar os trabalhos e aumentar a eficiência dos processos projetuais e, por isso, está em expansão na construção civil. A BIM oferece plataformas que possuem um sistema único de produção digital de projetos que integra todas as especialidades de projeto em um modelo composto por uma infinidade de dados. Apesar dos conhecidos benefícios possíveis da utilização do sistema BIM (como, por exemplo, maior agilidade do processo projetual, eliminação de riscos, facilitação do gerenciamento e conquista de eficiência), nem sempre sua implantação em uma organização será a decisão mais assertiva em relação à sustentabilidade, pois requer mudanças, que podem prejudicar o andamento de projetos, e investimentos em aquisição e troca de equipamentos, instalação de softwares e mão de obra qualificada. No entanto, é importante esclarecer que a BIM pode facilitar inclusive o processo de uma análise baseada na ACV, pois suas plataformas têm a capacidade de armazenar e processar os variados dados necessários para a avaliação (ASBEA, 2012).

2.4.2. Fase de Implantação

Para a fase de implantação, o projeto arquitetônico pode influenciar na redução dos impactos ambientais quando segue as seguintes orientações:

- Privilegiar a especificação de materiais e serviços ofertados em áreas próximas, o que ajuda a apoiar a economia local e diminuir a emissão de carbono com transporte (ASBEA, 2012, p. 48-51);

- Especificar materiais e sistemas construtivos que ofereçam agilidade e precisão de construção e que minimizem a geração de resíduos e o consumo de água, energia e materiais. Os sistemas construtivos industrializados, pré-fabricados e pré-moldados, são os mais indicados (ASBEA, 2012, p. 47-52);

- Desenvolver soluções arquitetônicas racionalizadas para facilitar a construção e minimizar desperdícios e resíduos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 15);

- Prever um canteiro de obras organizado com o objetivo de oferecer segurança e infraestrutura adequadas aos operários e de evitar desperdícios e geração de resíduos na obra (VIGGIANO, 2010, p. 20-21); e

- Prever proteção da vegetação e das edificações existentes no terreno e vizinhas (ASBEA, 2012, p. 32-37).

2.4.3. Fase de Uso

O projeto arquitetônico de uma edificação pode influenciar positivamente a sustentabilidade do ambiente construído na fase de uso quando prevê formas, materiais, elementos e sistemas que garantam acessibilidade, adequação e otimização dos espaços e conforto ambiental com baixo consumo. Abaixo segue uma compilação das principais diretrizes de projeto que podem promover desempenho eficiente na fase de uso de uma edificação universitária. É importante evidenciar que quase todas as diretrizes apresentadas também se aplicam à concepção de outros tipos de edificações.

A. Principais diretrizes de projeto arquitetônico para a concepção de uma edificação universitária que ofereça espaços acessíveis, adequados e otimizados:

1) Desenvolver conceitos atraentes, convidativos, estimulantes e inovadores, principalmente para entradas principais e conexões internas e externas. É importante criar espaços (átrios, jardins, galerias, etc.) de encontros informais entre alunos, professores e funcionários nas circulações para estimular a socialização das pessoas. Os espaços internos devem ser concebidos com o objetivo de estimular a criatividade e a produção dos alunos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 2);

2) Garantir que os ambientes tenham salubridade. A qualidade física e ambiental adequada das edificações é essencial para a saúde de seus usuários. Por isso, o projeto deve considerar condições climáticas e topográficas do local e interferências externas e internas que possam causar insalubridade (poluição, poeira, gases tóxicos, ruídos, odores, calor ou frio excessivo, contaminação biológica, radiação, ondas eletromagnéticas de baixa frequência, alta ou baixa umidade relativa do ar, etc.) (ASBEA, 2012, p. 88-91). Portanto, o local de implantação da edificação deve ser muito bem estudado e o projeto deve conter

todas as soluções necessárias para proteger os usuários de interferências insalubres na fase de uso;

3) Utilizar sistema estrutural modular claro e simples para que a edificação obtenha funcionalidade, flexibilidade, economia e adaptabilidade. Separar as partes que devem ser fixas ou imutáveis (circulações e núcleos técnicos e de serviço) das partes que devem ser flexíveis ou mutáveis (espaços de ensino, instalações prediais locais, divisões internas, etc.) (HART; MCALLISTER, 2017, p. 15). O ideal é que a planta seja livre, os vãos sejam grandes e a estrutura seja independente de outros elementos, permitindo uma fácil adaptação dos ambientes;

4) Elaborar ambientes internos e externos flexíveis e com o dimensionamento adequado às atividades a serem exercidas e à quantidade de usuários. Edificações universitárias são bens onerosos que devem ser utilizados por muitos anos. Por isso, os espaços internos precisam ser concebidos de maneira que sua configuração possa ser reconfigurada ou modernizada com facilidade. Além disso, os espaços têm que ser proativos para que a edificação seja capaz de oferecer variados usos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 4). Espaços super ou subdimensionados devem ser evitados ao máximo, pois se configuram em desperdício de recursos e inadequação;

5) Sempre que possível, deve ser considerado o compartilhamento de espaços para que os recursos sejam otimizados. As salas de aula teórica genérica, por exemplo, podem ser compartilhadas por diversos departamentos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 15);

6) Setorizar a planta para concentrar espaços de um mesmo departamento, mas sem muita rigidez entre os limites, para que adaptações futuras sejam evitadas (HART; MCALLISTER, 2017, p. 15);

7) Concentrar os espaços que deverão abrigar mais usuários nos níveis mais baixos da edificação para evitar congestionamentos nas circulações, trânsito excessivo no interior do prédio e ruídos incômodos nas salas de aula (HART; MCALLISTER, 2017, p. 15);

8) Prever elementos que proporcionarão autonomia e segurança aos usuários. Considerar a acessibilidade e a segurança dos usuários e do patrimônio. Seguir as exigências da normatização vigente em relação à acessibilidade, à vigilância sanitária, à prevenção e combate ao incêndio, às descargas atmosféricas e ao que for necessário, dependendo das especificidades de cada espaço (ASBEA, 2012, p. 38-46);

9) Dimensionar adequadamente rampas, escadas e elementos de proteção, de acordo com a população pretendida. Evitar desníveis isolados nas circulações (ASBEA, 2012, p. 44);

10) Prever elementos de controle de acesso em áreas que tenham piscinas (ASBEA, 2012, p. 44);

11) Nas áreas de lazer, especificar equipamentos de recreação que atestem garantia de qualidade (ASBEA, 2012, p. 44);

12) Prever sistemas de coleta de esgotos sanitários eficientes, robustos e estanques que se interligam aos sistemas públicos. Quando existirem efluentes nocivos que não puderem ser tratados no local de produção, deve ser implantado um sistema de proteção contra eventuais danos, que pode ser feito com tubulações de caminho mecânico sinalizado para retenção de vazamentos e tratamento específico (ASBEA, 2012, p. 65);

13) Prever a implantação de estação de tratamento de esgoto (ETE) própria, quando for necessário (como, por exemplo, quando a rede pública não destine o efluente coletado para uma ETE ou quando for solicitado pela concessionária local) (ASBEA, 2012, p. 65);

14) Utilizar sistema de drenagem eficiente para evitar o risco de inundações (ASBEA, 2012, p. 65);

15) Prever equipamentos de apoio à mobilidade, como bicicletários e abrigo de parada de ônibus, conectados às redes de ciclovias e transporte coletivo (ASBEA, 2012, p. 34-37). Essa é uma das medidas que devem ser tomadas para desestimular a utilização de veículos privados e, conseqüentemente, reduzir a emissão de carbono durante a fase de uso da edificação;

16) Desenvolver espaços adequadamente dimensionados para instalação, operação e manutenção das instalações prediais. E prever soluções arquitetônicas que permitam a concepção de redes e sistema infraestruturais de maneira simplificada, possibilitando a intervenção em locais específicos (ASBEA, 2012, p. 95); e

17) Oferecer manual de utilização da edificação aos usuários com explicações objetivas e de fácil entendimento sobre como deve ser o funcionamento e a manutenção de seus sistemas. A utilização adequada da edificação pode ajudar a prolongar a vida útil dos materiais e dos sistemas construtivos que a compõem (ASBEA, 2012, p. 93-98).

B. Principais diretrizes de projeto arquitetônico para a concepção de uma edificação universitária que ofereça conforto ambiental:

• Térmico:

1) Considerar as especificidades climáticas e topográficas, os elementos existentes no entorno e a orientação solar do local onde a edificação será implantada. É preciso tomar partido de todas as características existentes do local para conceber uma edificação confortável (termicamente, visualmente, auditivamente, etc.) durante todas as estações do ano (ASBEA, 2012). Quando se deseja proteger a edificação do calor, é necessário que seu eixo principal se desenvolva em determinada direção de coordenadas que condicionará suas fachadas principais a receberem menos insolação (HEYWOOD, 2015). Isso quer dizer que para a redução da insolação em uma edificação a ser posicionada nas coordenadas geográficas de Belo Horizonte, por exemplo, seu eixo principal deve ser desenvolvido na direção leste-oeste, fazendo com que as fachadas principais sejam a norte e a sul. Nas coordenadas geográficas de Belo Horizonte, a insolação direta é mais fácil de ser controlada na orientação norte com brises, cortinas, elementos vazados e venezianas. As fachadas leste e oeste recebem o sol baixo, que pode ocasionar ofuscamento, difícil de controlar com elementos comuns. O ideal é que espaços serventes (caixas de escadas e elevadores, instalações sanitárias, etc.), onde predominam paredes cegas e uso temporário, estejam nas fachadas leste e oeste para que a edificação fique protegida da insolação direta e do ofuscamento luminoso do sol baixo (HART; MCALLISTER, 2017, p. 3);

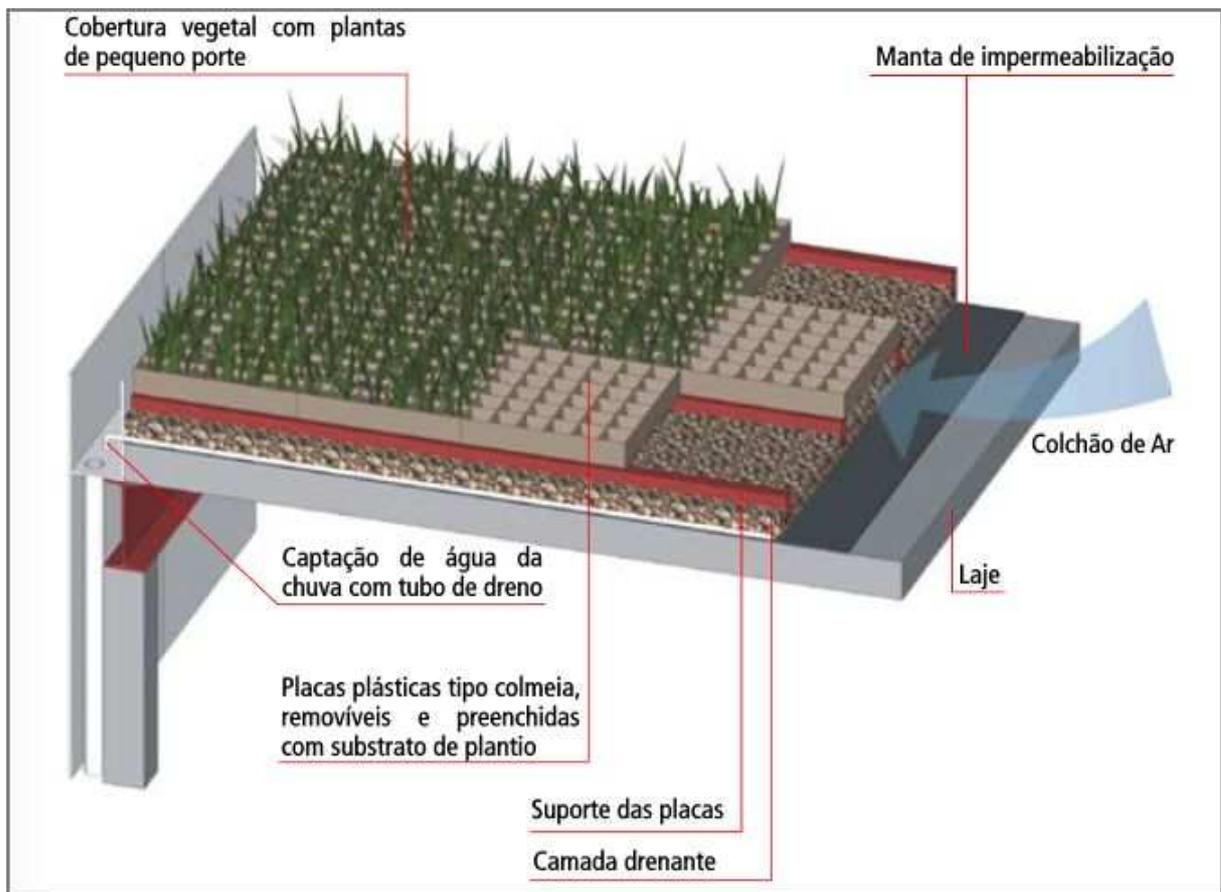
2) Aproveitar o máximo possível de iluminação e ventilação naturais a partir da forma da edificação. Edificações compactas, com baixa razão entre a área de vedações externas e a área de piso, têm trocas térmicas menores entre ambientes internos e externos. Plantas livres menos profundas (entre 12 e 13,5 m) são ideias para um melhor aproveitamento de luz solar e ventilação cruzada. Pés-direitos altos permitem a penetração de luz natural e não deixam o ar quente acumular no nível dos usuários. Também podem ser previstos átrios, iluminação zenital, ventilação por efeito chaminé, aquecimento por efeito estufa, poços de luz e ventilação e prateleiras de luz. Os átrios devem avançar o máximo possível em relação ao nível da cobertura, para evitar que o ar quente e viciado se acumule no seu topo,

afetando os usuários dos pavimentos acima. Massas termoacumuladoras utilizadas em tetos ou paredes absorvem o calor durante o dia e liberá-lo lentamente durante a noite, gerando conforto térmico e menos oscilações de temperatura nos espaços internos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 2-3). A previsão de árvores decíduas, que perdem as folhas durante o inverno e as recupera no verão, pode ajudar a controlar as trocas térmicas da edificação (HEYWOOD, 2015, p. 36);

3) Projetar a envoltória (vedações, abertura e cobertura) da edificação considerando: cargas térmicas externas (insolação e clima do local), cargas térmicas internas (equipamentos, pessoas e usos), absorvância (especificar materiais e cores coerentes com a estratégia adotada em função do clima local e nível de exposição ao sol, lembrando que, geralmente, cores claras têm a capacidade de refletir a insolação e cores escuras têm a capacidade de absorver a insolação), balanceamento entre elementos transparentes e opacos, desempenho térmico dos sistemas da envoltória (capacidade térmica, transmitância térmica e isolamento térmico), orientação solar, elementos de proteção contra a insolação e o agrupamento de ambientes com necessidades térmicas semelhantes (ASBEA, 2012, p. 69-76);

4) Isolar termicamente a edificação de maneira equilibrada através da especificação de vedações termoacústicas e de coberturas com telhas termoacústicas ou cobertura verde. A utilização de fachadas de pele dupla combinada com brises, aberturas, ventiladores e refletores pode amortecer termicamente a edificação tanto no inverno quanto no verão. No verão, as fachadas de pele dupla combinadas com outros elementos podem proteger do calor e, no inverno, também podem criar uma zona de proteção térmica. O projeto de cada fachada deve considerar tratamento adequado às condições estabelecidas pela respectiva orientação solar. Os detalhamentos devem assegurar que a edificação esteja estanque (HART; MCALLISTER, 2017, p. 3). A cobertura verde, além de ajudar a isolar a edificação termicamente e amenizar a incidência de ilhas de calor no meio urbano, retardam o caimento da água da chuva nas redes pluviais, o que reduz o risco de enchentes nas cidades. A água da chuva armazenada nas coberturas verdes pode ser aproveitada (VIGGIANO, 2010, p. 34-35);

FIGURA 12 - Esquema do sistema de cobertura verde com instalação modular

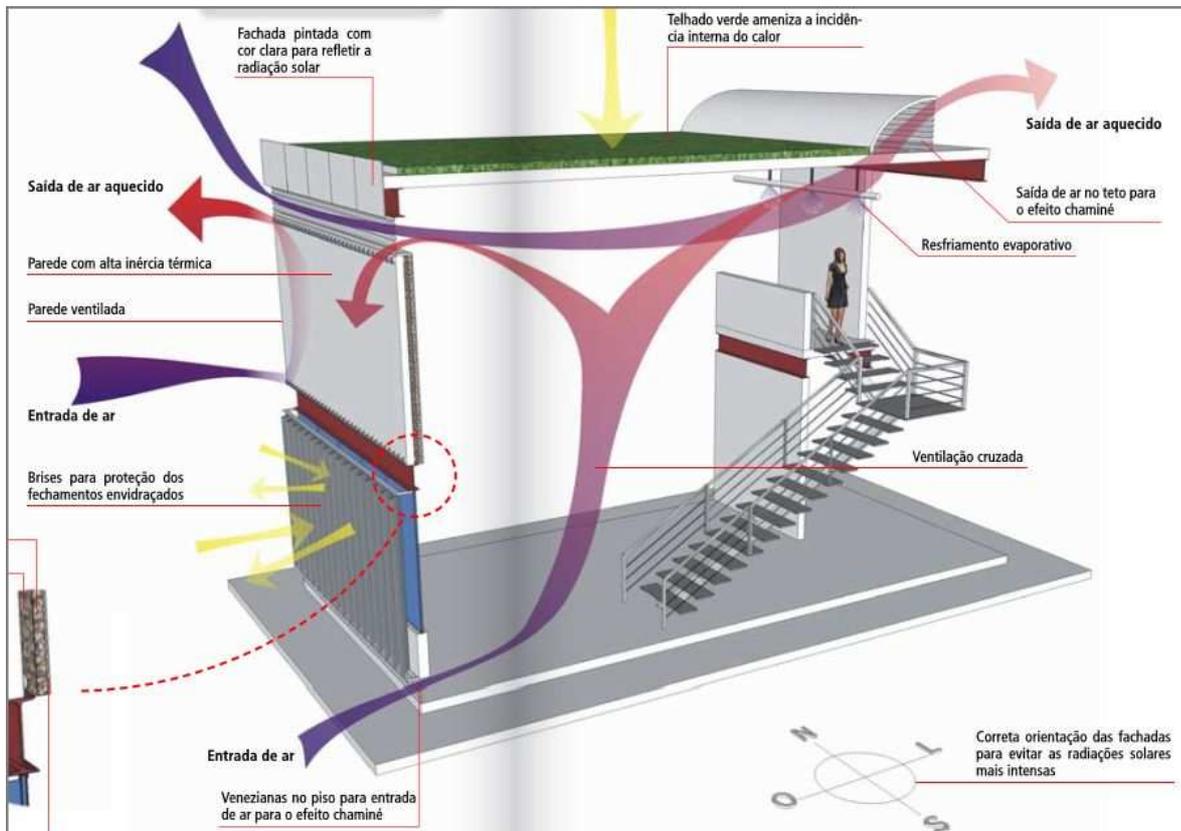


Fonte: Viggiano (2010).

5) Projetar janelas de abrir sempre que possível, pois o controle feito pelos usuários gera uma sensação de bem-estar físico e psicológico (HART; MCALLISTER, 2017, p. 4); e

6) Utilizar o paisagismo estrategicamente para amenizar o clima através de sombreamento, resfriamento, e desumidificação naturais. Os sistemas de gestão da água devem estar integrados à vegetação para que a umidade relativa do ar aumente. Em relação ao paisagismo, também é importante considerar que é comprovado que algumas espécies de plantas melhoram a qualidade do ar no interior de uma edificação porque absorvem poluentes aéreos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 4).

FIGURA 13 - Esquema geral de elementos e sistemas que podem ser utilizados na arquitetura para adquirir conforto térmico com baixo consumo energético



Fonte: Viggiano (2010).

• **Acústico:**

1) Conceber a edificação considerando soluções arquitetônicas que minimizem seu impacto acústico no entorno (disposição dos ambientes, distanciamento de áreas ruidosas de áreas sensíveis da vizinhança, tratamento das fachadas, isolamento acústico de áreas ruidosas, etc.). É preciso atenuar ruídos provenientes de impactos e equipamentos, limitando os ruídos de ventiladores, exaustores, motobombas e equipamentos de ar-condicionado, por exemplo (ASBEA, 2012, p. 81-85);

2) Realizar zoneamento acústico dos ambientes internos para que a diversidade de atividades da edificação seja harmoniosa. Distribuir os ambientes espacialmente de acordo com suas demandas acústicas (HART; MCALLISTER, 2017, p. 6-9);

3) Garantir o isolamento acústico da edificação como um todo e de seus ambientes internos e a qualidade acústica dos ambientes de acordo com seus usos (ASBEA, 2012, p. 81-85);

4) Privilegiar a utilização de coberturas verdes, fachadas e muros refletores e barreiras acústicas (ASBEA, 2012, p. 83);

5) Respeitar os parâmetros estabelecidos pela normatização vigente e por profissionais especializados em relação aos níveis de ruído, atenuação sonora e coeficiente de absorção para conforto acústico (ASBEA, 2012, p. 84-85).

• **Visual:**

1) Projetar a edificação considerando uma iluminação (natural e artificial) adequada aos usos. A iluminação influencia no funcionamento psico e fisiológico humano. Soluções inadequadas de iluminação podem causar letargia, cansaço, fadiga, ansiedade, irritação, insônia, desconcentração e improdutividade, entre outros problemas (ASBEA, 2012, p. 77-80);

2) Implantar a edificação valorizando as visadas privilegiadas existentes; considerando a iluminação natural e as condições climáticas e de orientação solar; e prevendo proteções contra possíveis incômodos visuais do entorno, bem como contra possíveis incômodos gerados para a vizinhança. É desejável que se aproveite o máximo possível da iluminação natural, principalmente em ambientes de permanência prolongada, mas evitando ofuscamentos diretos e indiretos, contrastes inadequados e radiações prejudiciais através dos corretos posicionamentos e dimensionamentos das aberturas e de elementos de proteção contra a insolação direta (ASBEA, 2012, p. 77-80).

3) Projetar a iluminação (natural e artificial) de cada ambiente adequadamente às atividades a serem exercidas, cumprindo as exigências normativas vigentes. Especificar os elementos considerando a eficiência energética dos sistemas, o ciclo de vida dos equipamentos, a redução dos índices de ofuscamento e as questões de desempenho e de saúde humana (ASBEA, 2012, p. 79-80);

4) Proporcionar o controle de iluminação natural em ambientes sensíveis ao ofuscamento (ASBEA, 2012, p. 79-80);

5) Criar vistas agradáveis a partir de soluções arquitetônicas, evitando vistas desinteressantes e privilegiando, quando desejável, as visadas do exterior (ASBEA, 2012, p. 79); e

6) Evitar a poluição luminosa noturna (ASBEA, 2012, p. 79).

- **Olfativo:**

1) Projetar a edificação considerando as especificidades naturais do terreno e do seu entorno, principalmente as relacionadas à qualidade do ar e à ventilação natural. É importante considerar a direção predominante dos ventos e fontes de poluição e odores do ar existentes no entorno. A edificação deve ser posicionada em local onde há boa qualidade olfativa (ASBEA, 2012, p. 86-87);

2) Garantir ventilação natural, taxas de renovação do ar, insuflamento e exaustão de ar satisfatórios através do posicionamento e do dimensionamento das aberturas, que devem ser adequados às especificidades de cada ambiente (ASBEA, 2012, p. 87);

3) Controlar fontes de odores desagradáveis ou diminuir seus efeitos através de soluções arquitetônicas adequadas, como setorização espacial dos ambientes e controle de entrada de gases (ASBEA, 2012, p. 87);

4) Especificar materiais que tenham o mínimo possível de odores desagradáveis e o máximo de facilidade de limpeza. Sempre que possível, especificar matérias e equipamentos de limpeza automática ou que não impregnem sujeiras causadoras de odores desagradáveis (ASBEA, 2012, p. 87);

5) Desenvolver espaços que ofereçam facilidade de manutenção dos sistemas de ventilação, exaustão e ar-condicionado (ASBEA, 2012, p. 87); e

6) Desenvolver espaços alternativos para as atividades de tabagismo de modo a evitá-las em ambientes internos, principalmente naqueles que dependem de ventilação e climatização artificial (ASBEA, 2012, p. 87).

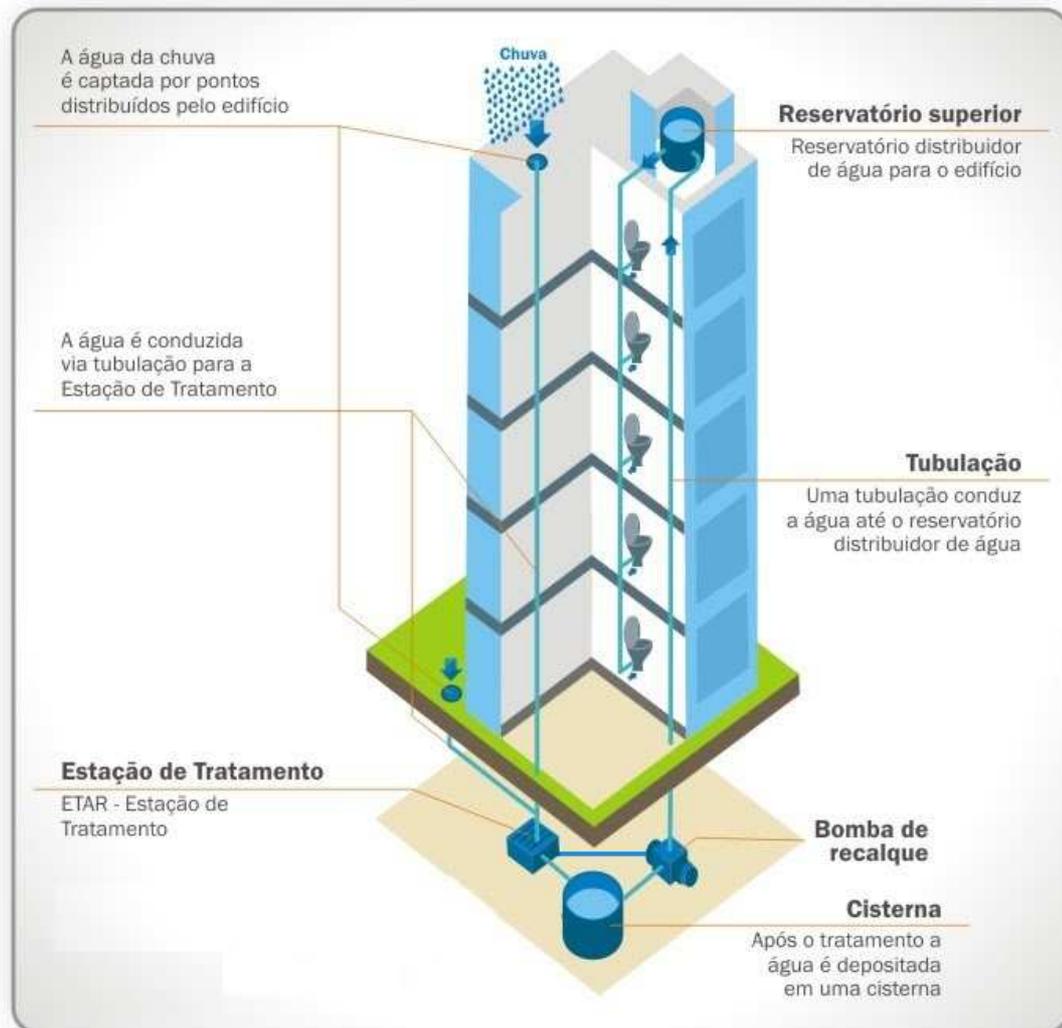
C. Principais diretrizes de projeto arquitetônico para a concepção de uma edificação universitária que tenha baixo consumo:

- **De água:**

1) Prever elementos e sistemas em coberturas e áreas externas para coletar, armazenar e aproveitar a água da chuva, que pode ser utilizada em atividades que não necessitam de água potável, como descargas sanitárias e limpeza geral. Devem ser

previstas cisternas subterrâneas ou caixas d'água para o armazenamento da água da chuva, que deve ficar separado do armazenamento da água potável. O sistema básico de aproveitamento de água de chuva é composto por: captação por calhas com pré-filtragem no telhado para conter resíduos na tubulação, filtro e armazenagem (VIGGIANO, 2010, p. 22-32);

FIGURA 14 - Esquema do sistema de utilização de água da chuva



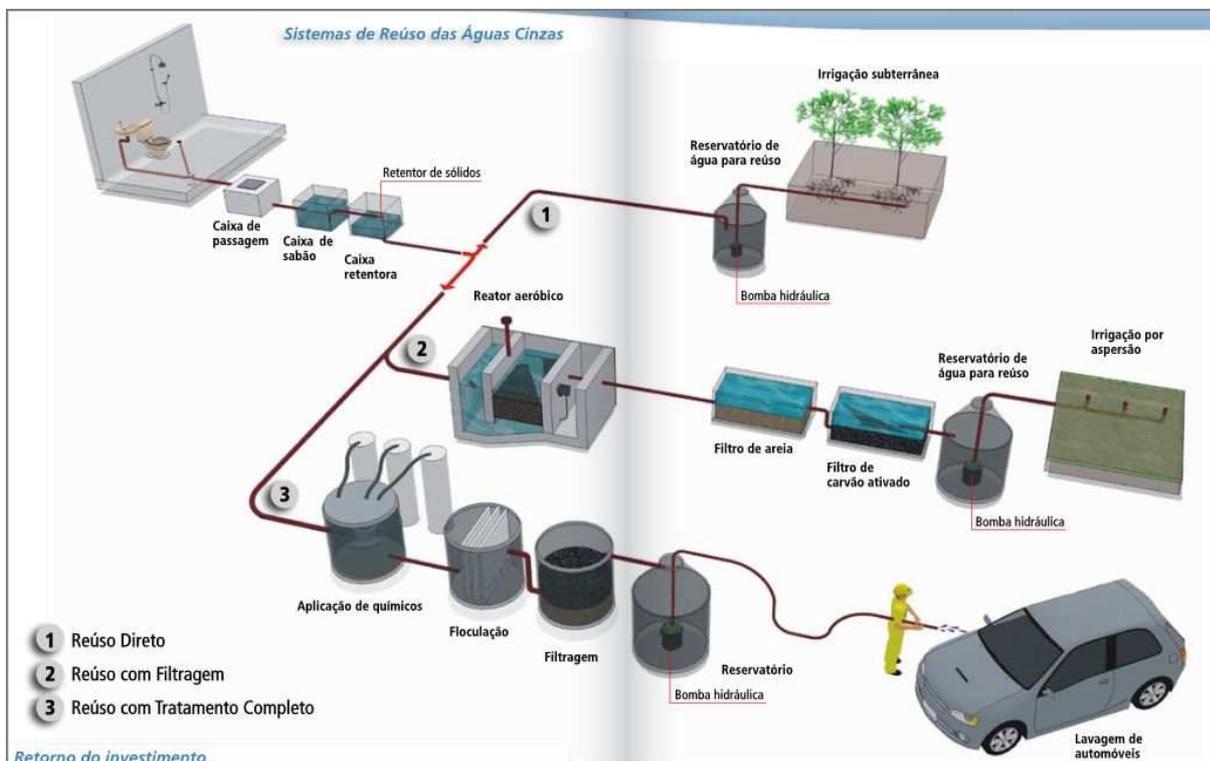
Fonte: www.reuseagua.com.br, acessado em 22/06/17.

2) Prever elementos e sistemas para coletar, armazenar e aproveitar a água drenada de sistemas de ar-condicionado, que também pode ser utilizada em atividades que não necessitam de água potável;

3) Prever elementos e sistemas para coletar, armazenar e reutilizar águas cinzas e negras. Águas cinzas são as águas provenientes do esgoto advindo de lavatórios, banhos, lavanderias e limpeza geral; e águas negras são as águas provenientes do esgoto advindo

de bacias sanitárias e cocção. Se forem devidamente tratadas em um sistema de filtragem e armazenamento, essas águas podem ser reutilizadas em atividades restritas que não necessitam de água potável. As águas negras tratadas podem ser utilizadas na irrigação do paisagismo. As águas cinzas tratadas podem ser utilizadas na irrigação do paisagismo e na lavagem de pisos e calçadas sem contato físico do usuário. Para serem utilizadas na lavagem de automóveis, as águas cinzas devem ser tratadas por um processo que, além da filtragem, retire produtos saponáceos agregados e óleo e faça uma desinfecção final. As águas cinzas só podem ser utilizadas em descargas sanitárias quando são advindas do esgoto da lavagem de roupas, em circuito fechado, e forem tratadas para a retirada do excesso de produtos saponáceos (VIGGIANO, 2010, p. 22-33);

FIGURA 15 - Esquema do sistema de reuso de águas cinzas

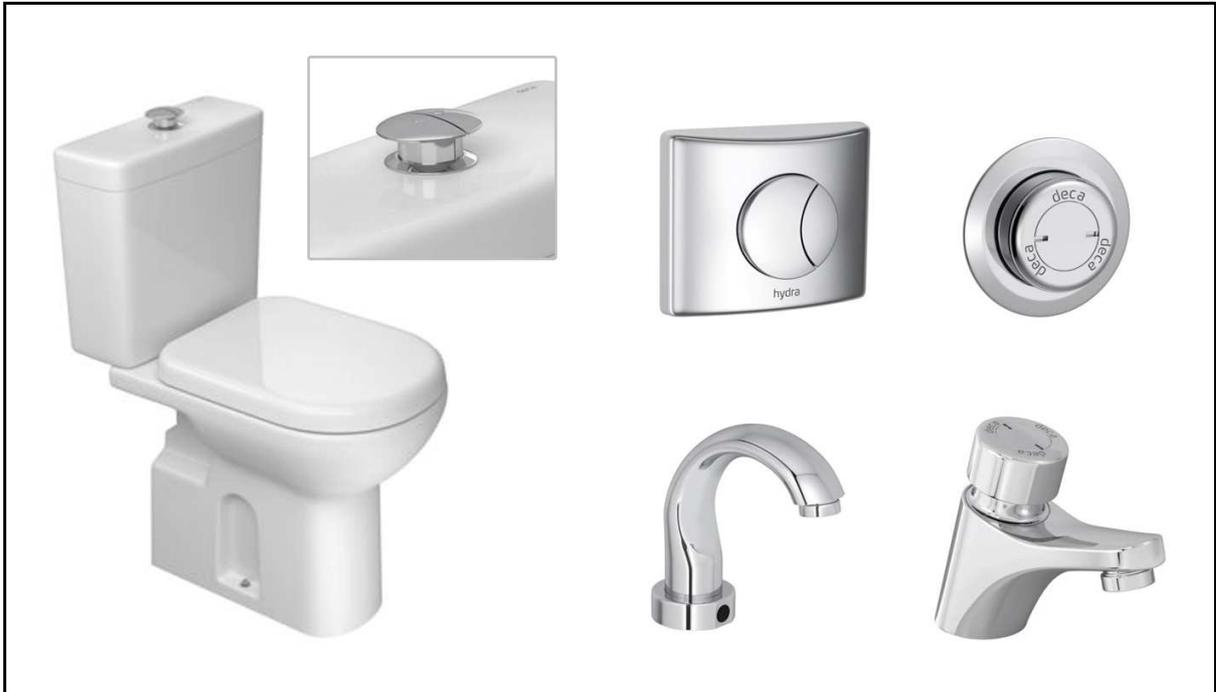


Fonte: Viggiano (2010).

4) Prever sistema de irrigação da vegetação eficiente. Irrigações mal projetadas acarretam perdas excessivas de água por evaporação e irrigação fora da área de plantio. Pisos encharcados com a irrigação podem necessitar de manutenção constantemente. A irrigação considerada sustentável deve ser feita por instalações subterrâneas, gotejamento ou aspersão (que é o tipo de irrigação que mais perde água por evaporação, por isso, deve ser muito bem projetado) (VIGGIANO, 2010, p. 36-37); e

5) Especificar produtos economizadores, como metais (torneiras, chuveiros, registros, válvulas, etc.) de fechamento automático e com duas opções de acionamento e bacias sanitárias com caixa acoplada e duas opções de acionamento (ASBEA, 2012, p. 64).

FIGURA 16 - Exemplos de produtos economizadores de água



Fonte: Deca (2017).

- **De energia:**

1) Utilizar as mesmas diretrizes apresentadas para o conforto ambiental térmico: considerar as especificidades climáticas, os elementos existentes no entorno e a orientação solar do local onde a edificação será implantada para conceber uma edificação confortável durante todas as estações do ano; aproveitar o máximo possível de iluminação e ventilação naturais a partir da forma da edificação e isolar a edificação termicamente. Uma edificação com climatização naturalmente confortável necessitará de pouco ou nenhum consumo energético para aquecimento ou resfriamento (HART; MCALLISTER, 2017, p. 2-4);

2) Utilizar sistemas de iluminação e climatização artificiais eficientes, de baixo consumo, e dimensionados corretamente. Devem ser especificadas lâmpadas de baixo consumo (como as fluorescentes e de LED) e luminárias e reatores eficientes. As lâmpadas fluorescentes especificadas devem ter starter comandado eletronicamente. Também devem ser considerados sistemas com sensores de presença para automatização de acionamentos, controladores de luminosidade e de tempo e divisões inteligentes dos

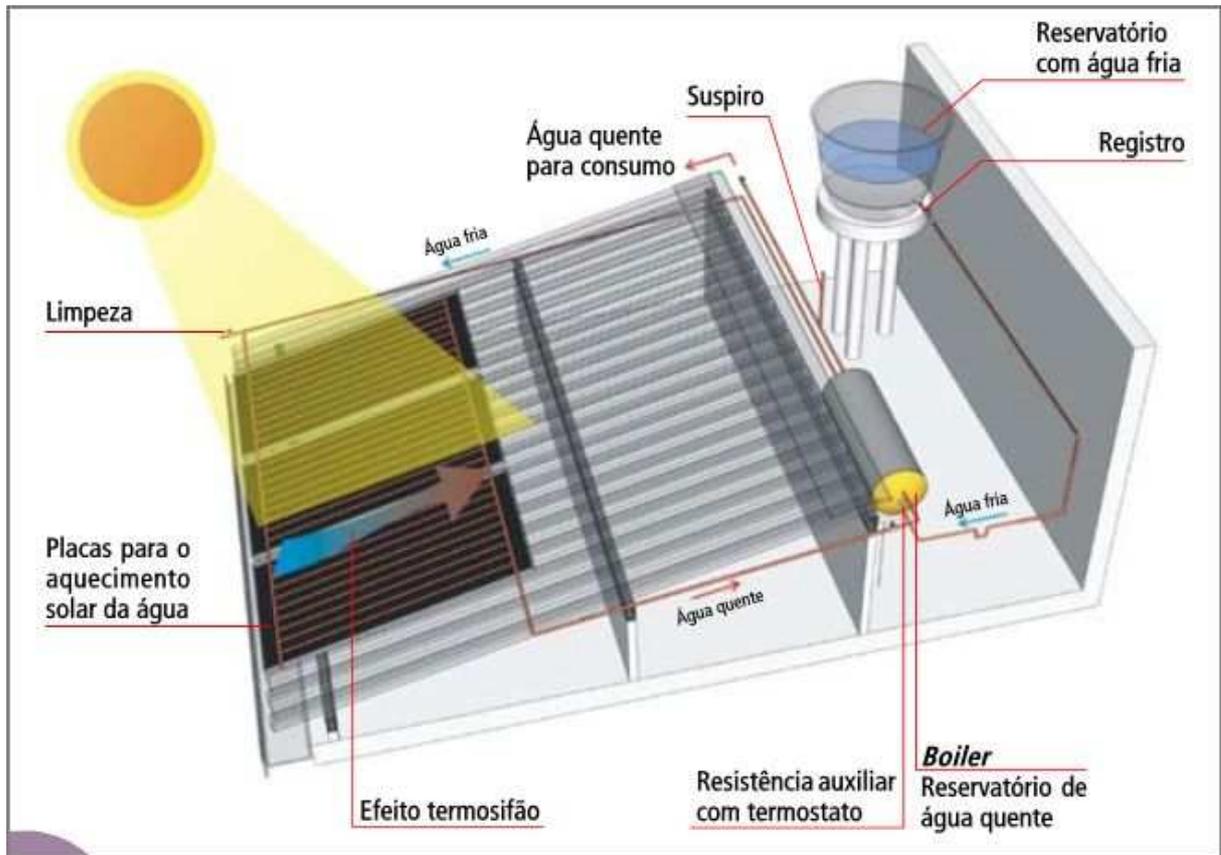
circuitos nos ambientes para que seja possível que o usuário acione apenas as luminárias necessárias para as tarefas executadas no momento, evitando desperdícios (VIGGIANO, 2010, p. 44-47). É importante que a exaustão do ar fique próxima das luminárias ou através delas, para que a vida útil das lâmpadas aumente e o calor emitido pelas mesmas diminua. É desejável que os sistemas de climatização a serem adotados sejam simples, pois estes se mostram mais sustentáveis, já que têm pouca energia incorporada, componentes fixos, custos de capital e de manutenção reduzidos e manutenção mínima (HART; MCALLISTER, 2017, p. 3);

3) Especificar equipamentos elétricos e de iluminação eficientes, que consumam menos energia e tenham baixa emissividade de calor para evitar ganhos térmicos internos e desperdício de energia. Privilegiar a especificação de equipamentos que ofereçam funcionamento em *stand-by* e desligamento automático (VIGGIANO, 2010, p. 43-50);

4) Seguir as exigências da Instrução Normativa MPOG/SLTI Nº 2, de 4 de junho de 2014, da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, que “dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit.” (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2014). Essa instrução normativa exige que os agentes da Administração Pública Federal adquiram ou aluguem, salvo algumas exceções, apenas as máquinas e os aparelhos consumidores de energia que sejam classificados com classe de eficiência “A” na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). A mesma normativa também determina que projetos e obras de edificações públicas novas ou de retrofits, salvo algumas exceções, devem ser elaborados ou contratados visando, obrigatoriamente, a obtenção das ENCE Geral de Projeto e ENCE Geral de Edificação Construída classes “A” (no caso de obras novas) e da ENCE Geral Parcial da Edificação Construída classe “A” (no caso de retrofits);

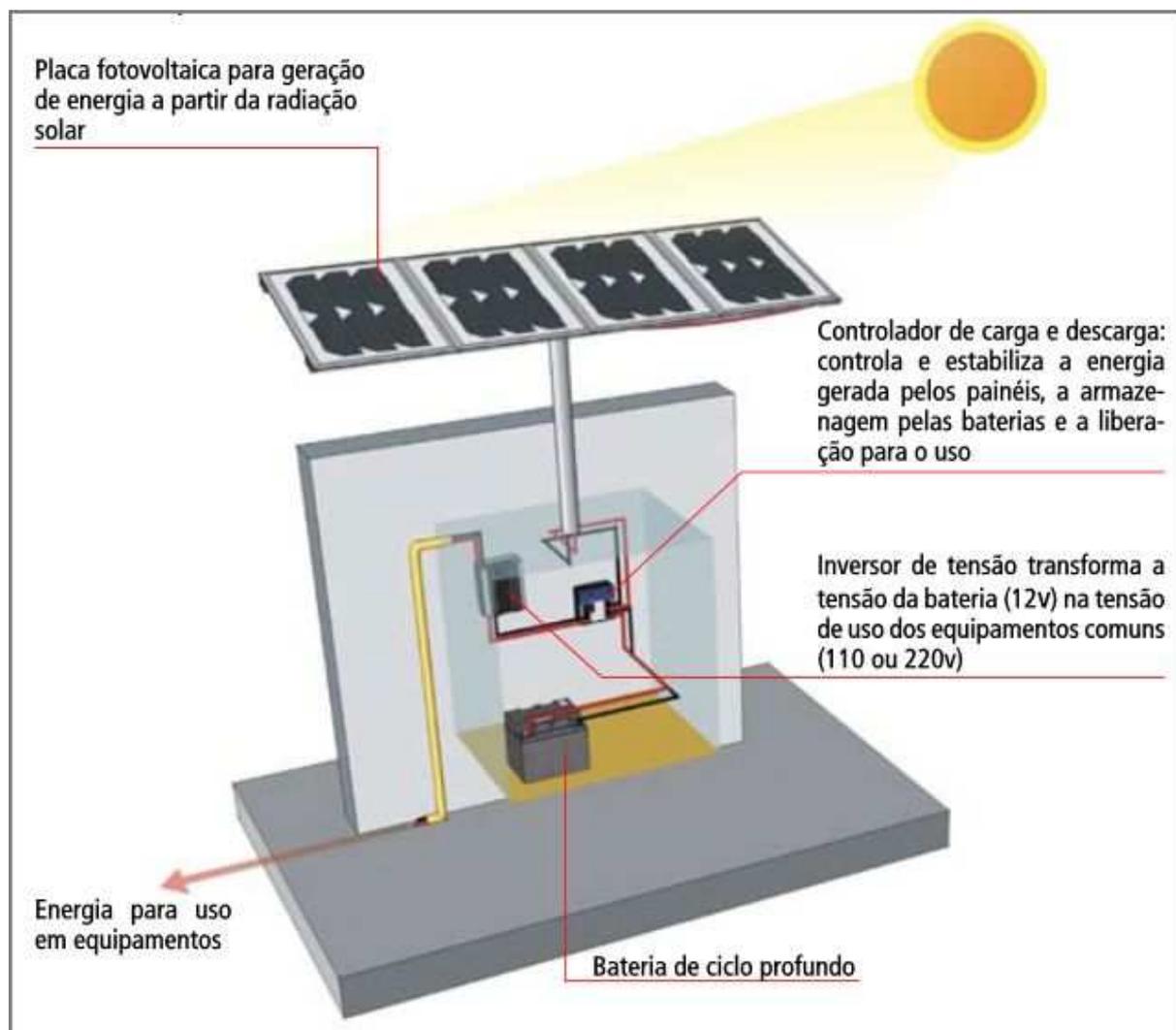
5) Prever a utilização de sistema de aquecimento solar para água. O aquecimento solar é comum no Brasil, onde a insolação é abundante. O sistema de aquecimento solar é composto basicamente por placas solares instaladas na cobertura e orientadas de maneira que aproveite o máximo possível da radiação solar (as placas devem ser instaladas voltadas para a orientação norte ou a 30° para nordeste ou noroeste no hemisfério sul), um reservatório estanque e sistema auxiliar de aquecimento (VIGGIANO, 2010, p. 38-39); e

FIGURA 17 - Esquema do sistema de aquecimento solar



Fonte: Viggiano (2010).

6) Prever a utilização de sistema de energia alternativa, como a energia solar, que é adquirida através de placas fotovoltaicas e está em crescente utilização no Brasil. Essa tecnologia ainda não é considerada viável para todos os tipos de edificações brasileiras, mas a tendência é que de seu custo reduza. Por isso, é importante considerar essa diretriz de projeto (VIGGIANO, 2010, p. 40-42).

FIGURA 18 - Esquema do sistema de energia solar

Fonte: Viggiano (2010).

• De materiais:

1) Especificar materiais resistentes, duráveis, adequados ao uso, que ofereçam facilidade de reposição e que exijam pouca manutenção. A utilização de materiais autolimpantes também é uma boa estratégia para a redução de consumo na fase de uso da edificação (ASBEA, 2012, p. 47-52);

2) Especificar materiais que favoreçam a flexibilidade, como painéis de drywall para vedações (ASBEA, 2012, p. 47-52);

3) Especificar materiais de fontes sustentáveis ou que aproveitem materiais reciclados em sua composição (ASBEA, 2012, p. 47-52); e

4) Especificar materiais e sistemas construtivos que necessitem de produtos de baixo impacto ambiental em suas atividades de limpeza e manutenção (ASBEA, 2012, p. 95).

2.4.4. Fase de Manutenção

A ASBEA (2012) e Hart e McAllister (2017) dão as seguintes orientações para que o projeto arquitetônico conceba uma edificação menos impactante em sua fase de manutenção:

- Desenvolver soluções arquitetônicas que garantam a facilidade de adequação e modernização tecnológica dos ambientes em função de necessidades futuras. Os espaços precisam ser adaptáveis, ainda mais em uma universidade, onde os usos são diversos e dinâmicos (HART; MCALLISTER, 2017, p. 4-15);

- Desenvolver soluções arquitetônicas racionalizadas em modulações, prumadas e segregações de áreas técnicas, de permanência prolongada e de permanência transitória. Conceber plantas livres e soluções técnicas que facilitem as instalações e manutenções prediais (HART; MCALLISTER, 2017, p. 4-15);

- Desenvolver soluções arquitetônicas adequadas aos usos para retardar a necessidade de manutenção (ASBEA, 2012, p. 93-98);

- Especificar materiais e sistemas construtivos resistentes, duráveis, adequados ao uso, que ofereçam facilidade de reposição e de montagem e desmontagem e que exijam pouca manutenção. É necessário considerar o tempo de vida útil e o nível de desempenho técnico pretendidos no momento da especificação (ASBEA, 2012, p. 93-98);

- Especificar materiais e sistemas construtivos industrializados, que gerem menos resíduos nas obras e são mais fáceis de serem montados e desmontados (ASBEA, 2012);

- Especificar materiais e sistemas construtivos que favoreçam a flexibilidade da edificação e o reuso, como painéis de drywall para vedações (ASBEA, 2012);

- Especificar materiais de fontes sustentáveis ou que aproveitem materiais reciclados em sua composição (ASBEA, 2012, p. 51);

- Oferecer manual de utilização da edificação aos usuários com explicações objetivas e de fácil entendimento sobre como deve ser o funcionamento e a manutenção de seus sistemas (ASBEA, 2012, p. 95-98). A utilização adequada da edificação pode ajudar a prolongar a vida útil dos materiais e dos sistemas construtivos que a comporão; e

- Apresentar a garantia técnica e o nível de desempenho técnico pretendido na instalação dos materiais e sistemas construtivos especificados. Sugerir a frequência de reposição de materiais e de renovação dos sistemas construtivos (ASBEA, 2012, p. 95);

2.4.5. Fase de Demolição

A AsBEA (2012) orienta que o projeto arquitetônico considere basicamente as seguintes diretrizes para que a edificação a ser construída minimize impactos ambientais em sua fase de demolição:

- Especificar materiais e sistemas construtivos que ofereçam facilidade de desmontagem e que tenham potencial para a reciclagem e o reaproveitamento; e

- Especificar sistemas construtivos industrializados, que geram menos resíduos nas obras e são mais fáceis de serem montados e desmontados.

3. ESTUDO DE CASO

O objetivo deste capítulo é apresentar o objeto do estudo de caso, que é o projeto arquitetônico do Quarteirão 10 do Campus da Pampulha da UFMG, bem como o contexto histórico e atual do planejamento dos espaços físicos da instituição, para que seja feita uma análise qualitativa do projeto em relação à sustentabilidade do ambiente construído em todas as fases do ciclo de vida das edificações. Serão utilizados fatos históricos que foram registrados por profissionais que participaram da história do planejamento físico da UFMG, publicações da própria instituição e dados obtidos através de pesquisa participativa do autor, que vivencia as questões ligadas ao planejamento físico da instituição há três anos.

3.1. A UFMG e o Campus da Pampulha

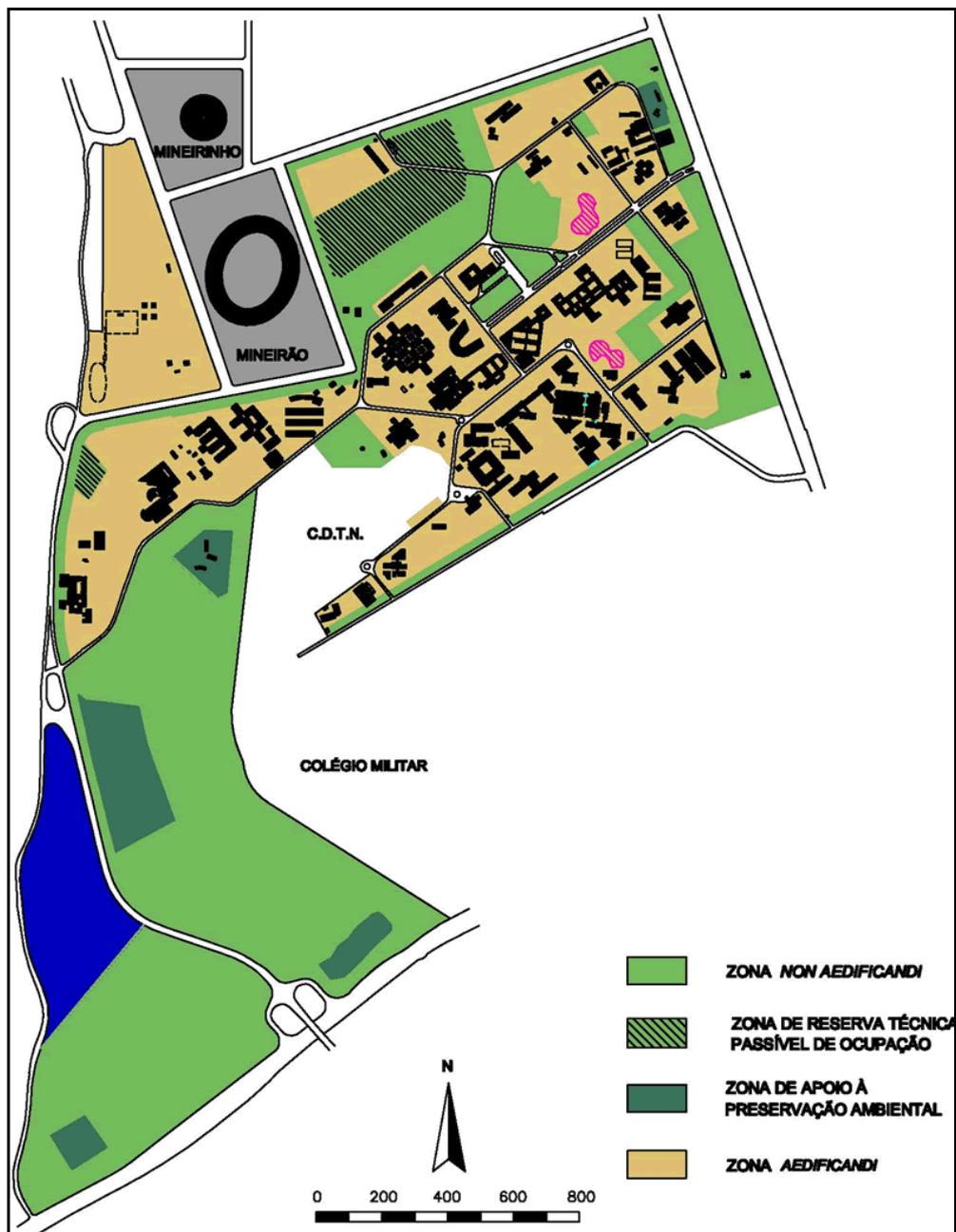
Em 1927, a partir da junção de estabelecimentos isolados de ensino superior existentes em Belo Horizonte (Faculdade de Direito, Faculdade de Odontologia, Faculdade de Farmácia, Faculdade de Medicina e Escola de Engenharia), foi fundada a Universidade de Minas Gerais (UMG). A criação deste Núcleo Universitário foi uma demanda da sociedade da época, que crescia intelectualmente e necessitava de uma instituição forte o suficiente para acompanhar o desenvolvimento. O desejo de se construir um campus para a Universidade vem desde sua fundação, mas só começou a se tornar realidade na década de 1940, quando a antiga Fazenda Dalva, uma extensa gleba da capital mineira localizada na região da Pampulha, foi desapropriada e incorporada ao seu patrimônio (SIQUEIRA, 2013, p.215). Em 1949, a UMG foi federalizada e intitulada como Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (DINIZ, 2013, p.11).

Localizado no vetor norte de Belo Horizonte, na Regional Pampulha, entre os bairros Liberdade, Jaraguá, São José, São Luiz, Ouro Preto, Engenho Nogueira e São Francisco, o Campus da Pampulha da UFMG é vizinho do Conjunto Moderno da Pampulha projetado pelo arquiteto Oscar Niemeyer e pelo paisagista Roberto Burle Marx e, também, do complexo de eventos e esportes composto pelo Mineirão, pelo Mineirinho. O campus possui 3.340.000,00 m² de área territorial e 456.002,00 de área construída. Aproximadamente metade do território é composto por área *non aedificandi* de matas de preservação permanente (UFMG, 2013a). O acesso principal ao campus é feito através da Av. Presidente Antônio Carlos. Além desse acesso, a universidade possui mais quatro acessos: um é feito através da Av. Antônio Abrahão Caran, outro é feito através da Av. Presidente Carlos Luz e os dois últimos são feitos através da Av. Perimetral Sul (ver figura 19).

“O campus está setorizado em quatro grandes áreas acadêmicas, a saber: Artes, Ciências Humanas e Sociais, Ciências Biomédicas, Ciências Exatas, da Terra e Engenharias” (UFMG, 2013a). O mesmo possui quatro unidades administrativas (sendo uma delas a Reitoria), um almoxarifado central, dois restaurantes setoriais, uma praça de serviços (com lojas, restaurante, bancos e espaço para encontros e eventos), dois centros de atividades didáticas (CAD1, que é destinado às ciências naturais, e CAD2, que é destinado às ciências humanas) e as seguintes unidades acadêmicas: Escola de Belas Artes (EBA), Escola de Música (EMU), Escola de Ciência da Informação (ECI), Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas (FAFICH), Faculdade de Letras (FALE), Faculdade de Educação (FAE), Centro Pedagógico (CP), Unidade Municipal de Educação Infantil Alaíde Lisboa (UMEI), Instituto de Geociências (IGC), Faculdade de Ciências Econômicas (FACE), Escola de Engenharia (ENG), Departamento de Química (QUI), Colégio Técnico (COLTEC), Instituto de Ciências Exatas (ICEx), Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Biblioteca Central

(BC), Faculdade de Farmácia (FAFAR), Escola de Veterinária (EVE), Faculdade de Odontologia (FAO) e Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO). Nas adjacências do campus também de encontram o Centro Esportivo Universitário (CEU) e o Centro de Treinamento Esportivo (CTE). De acordo com dados publicados pela UFMG (2013a), 87,18% da área construída do campus é proveniente de edificações destinadas às atividades fins da instituição (ensino, pesquisa e extensão) e 12,82% é o percentual de edificações destinadas à administração, aos serviços de apoio e à recreação.

FIGURA 19 - Mapa de Zonas Aedificandi do Campus da Pampulha



Fonte: UFMG (2009).

A intenção da Administração Central e, portanto, um dos objetivos do Plano Diretor da UFMG, é a de concentrar todas as unidades acadêmicas existentes em Belo Horizonte no Campus da Pampulha. Por isso, seu Plano Diretor (Resolução Nº 08/2009) prevê áreas para a construção das unidades que estão localizadas fora do campus. Já existe um projeto para a construção da Faculdade de Direito no campus. E, segundo notícia da UFMG (2013b), também foi aprovada pela Comunidade Universitária a transferência da Escola de Arquitetura para o campus. Após a instalação dessas unidades acadêmicas no campus, restarão na região central da cidade apenas as unidades acadêmicas do Campus da Saúde (Faculdade de Medicina e Escola de Enfermagem), que também possui o complexo hospitalar do Hospital das Clínicas (HC) da UFMG e é localizado no bairro Santa Efigênia.

Além do Campus da Saúde, a UFMG possui outras unidades fora do Campus da Pampulha em Belo Horizonte. Na região central da cidade, estão localizadas as seguintes unidades: Centro Cultural da UFMG, Conservatório da UFMG e Espaço do Conhecimento da UFMG. Ainda na cidade, a UFMG possui o Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB), que possui uma área de aproximadamente 600.000,00 m² e se localiza no bairro Santa Inês (UFMG, 2017). Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, a UFMG conta com as instalações das fazendas de Pedro Leopoldo e de Igarapé. E, no interior de Minas Gerais, desde 1968, a UFMG possui o Campus Regional de Montes Claros, onde funciona o Instituto de Ciências Agrárias (ICA), “cujo principal foco das atividades são as peculiaridades, vocações e necessidades do semiárido norte-mineiro, com destaque para as atividades de extensão, responsáveis pela integração entre a UFMG e o norte de Minas” (UFMG, 2013a).

Os dados apresentados acima exemplificam um pouco do quanto a UFMG é grande, diversa e complexa. De acordo com o ranking universitário do jornal Folha de São Paulo (2016), em 2016 a UFMG foi apontada como a quarta melhor universidade do país, ficando atrás apenas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, terceira colocação), da Universidade de São Paulo (USP, segunda colocação) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, primeira colocação). Esse ranking ainda revelou que no quesito “ensino”, a UFMG conquistou a primeira colocação; e nos quesitos “pesquisa”, “mercado” e “inovação”, a instituição também aparece bem colocada, em sétimo, segundo e terceiro lugar, respectivamente. O jornal Estado de Minas (2016) noticiou que no cenário internacional, conforme o Ranking Acadêmico das Universidades de Classe Mundial (ARWU) de 2016, a UFMG foi apontada como uma das 400 melhores universidades do mundo, compreendida no grupo das instituições que estão entre as colocações 301 e 400. Nesse ranking também aparecem a USP, que foi colocada entre as colocações 101 e 150, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), que foram colocadas entre as colocações 301 e 400, e a Universidade Federal do Rio Grande do

Sul (UFRGS) e a UNICAMP, que foram colocadas entre as colocações 400 e 500. Esses fatos demonstram que a UFMG está entre as melhores universidades do país, e, portanto, é de fundamental importância para o desenvolvimento da ciência e da sociedade. Os espaços físicos do seu maior campus, o Campus da Pampulha, influenciam e têm uma grande responsabilidade nesse caminho.

3.1.1. Breve Histórico da Estrutura Organizacional Administrativa do Planejamento Físico do Campus da Pampulha da UFMG

• De 1929 até 1966 - Plano Pederneiras e Escritório Técnico:

O planejamento físico da UFMG passou por variados períodos econômicos, políticos, culturais e técnicos. Sua equipe foi organizada de diversas maneiras durante a história. Marques (1997) registra que o início do planejamento físico da UFMG se deu em 1929, a partir de um convite que o Governo do Estado de Minas Gerais fez ao engenheiro Eduardo de Vasconcellos Pederneiras para projetar a cidade universitária que seria implantada na região central de Belo Horizonte. Em 1943, após a decisão do governo estadual de desapropriar a Fazenda Dalva (acontecimento de 1942) para a implantação da cidade universitária na região da Pampulha, Pederneiras foi contratado novamente para a elaboração dos projetos. Após sofrer várias críticas, em 1955, o Plano Pederneiras (1943-1955) foi rejeitado por uma comissão técnica da Universidade. Em 1956, o arquiteto Eduardo Mendes Guimarães Júnior foi nomeado para dirigir o Escritório Técnico Universitário (1955-1966), órgão diretamente ligado à Reitoria que foi incumbido de projetar e executar as obras da cidade universitária. No ano seguinte, o Escritório Técnico Universitário apresentou o Plano Diretor Físico do Campus da Pampulha e deu início a vários projetos.

• De 1967 até 1978 - Plano Cordeiro e Prefeitura e DIPLAN:

Em 1967 iniciou-se o Plano Cordeiro (1967-1975). Os registros de Marques (1997) apontam que no período entre os anos de 1968 e 1975, o Escritório Técnico Universitário foi extinto, foi criada a Prefeitura da UFMG e o planejamento físico ficou sob a responsabilidade de uma nova equipe ligada ao Conselho de Planejamento e Desenvolvimento. As modificações administrativas aconteceram em decorrência de uma reestruturação acadêmica que acontecia na UFMG e de uma reforma universitária nacional. Nesse período, o planejamento físico da UFMG se antecipou ao Ministério da Educação (MEC) ao elaborar um plano de desenvolvimento que compatibilizava o Plano Diretor Físico com os novos

ideais de organização acadêmica. Em 1973, o Conselho de Planejamento e Desenvolvimento passou a ser chamado de Diretoria de Planejamento (DIPLAN). A DIPLAN foi transferida para a Prefeitura da UFMG em 1977, mas os projetos continuaram a ser elaborados pela mesma equipe que era lotada no Conselho de Planejamento e Desenvolvimento.

• **De 1978 até 1987 - DPF:**

De acordo com Marques (1997), já em 1978, a partir das decisões de um novo reitorado, a DIPLAN foi desfeita e foi criada a Diretoria de Planejamento Físico (DPF), que era vinculada à Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PROPLAN). A equipe da DPF continuou a elaborar os projetos e os planos urbanísticos da instituição, contando com o apoio dos profissionais especialistas em planejamento universitário da PROPLAN. O início da década de 1980 foi marcado por uma grande instabilidade econômica no Brasil e, por isso, a DPF se empenhou em obter recursos para finalizar grandes obras que estavam paralisadas. A maioria das iniciativas de obtenção de recursos não teve sucesso, o que levou a DPF a atuar na proposição de otimização e revitalização dos espaços existentes. Foi realizado um trabalho chamado de Planejamento Participativo (PARTPLAN), que foi uma importante análise de pós-ocupação das unidades acadêmicas existentes que possibilitou a identificação de alguns padrões de comportamento dos usuários no espaço físico. O PARTPLAN serviu de parâmetro de avaliação da qualidade do espaço planejado e de orientação para discussões sobre o futuro do Campus da Pampulha e a atualização do Plano Diretor da instituição.

• **De 1987 até 2010 - DPFO e Campus 2000:**

Ainda de acordo com os registros de Marques (1997), em 1986, após sugestão da DPF, o Conselho Universitário criou a Comissão de Obras e Patrimônio com o objetivo de elaborar um plano de prioridade de obras para construção no campus. Em 1987, a estrutura organizacional dos órgãos técnicos de planejamento de projetos e obras foi revisada. A Prefeitura da UFMG foi extinta e foram criados o Departamento de Planejamento Físico e Obras (DPFO) (que era composto da DPF e da Divisão de Obras e do Setor de Planejamento e Orçamento da extinta prefeitura), o Departamento de Manutenção e o Departamento de Serviços Gerais (que ambos eram setores da extinta prefeitura). Por exigência legal, em 1995, houve uma grande diminuição de recursos humanos nos setores de projetos e obras. Na mesma época, vários profissionais do quadro permanente se aposentaram, não houve reposição de profissionais e o MEC realizou cortes orçamentários.

Esses fatos diminuíram a quantidade de obras no campus até a criação do Laboratório Multidisciplinar Obra Escola (LAMOEE), que realizou um contrato com a Fundação de Desenvolvimento e Pesquisa (FUNDEP) e a UFMG para a utilização de recursos.

Até 1997, o DPFO deu prosseguimento ao planejamento físico da instituição e projetou grandes obras e várias reformas de pequeno e médio porte. As obras foram priorizadas e atendidas de acordo com a disponibilidade de recursos. O DPFO criou, em consonância com o Plano Diretor de Belo Horizonte, parâmetros urbanísticos mínimos para disciplinar a implantação de novas edificações no Campus da Pampulha (MARQUES, 1997, p. 8-9). Também foi na época do DPFO que a Administração Central implementou o projeto Campus 2000, que “nasceu da necessidade de transferir para o Campus da Pampulha as unidades dispersas no centro urbano de Belo Horizonte, com exceção das unidades do Campus da Saúde” (SOARES, 2004). Soares (2004) considera que a terceirização radical de profissionais para a elaboração do projeto Campus 2000 foi muito desfavorável para o DPFO e toda a instituição, pois, segundo suas avaliações, houve desorganização, descumprimento de prazos e equívocos nas soluções de projeto. Nessa época, segundo Soares (2004), o DPFO acabou perdendo força técnica de decisão e se transformou em apenas um depositário de informações. Porém, segundo informações adquiridas em conversas com profissionais que conhecem esse histórico, o DPFO não dispunha de condições para elaborar o projeto Campus 2000, o que justifica a criação da equipe especial para a realização desse trabalho. Em 2004, o DPFO, que ocupava parte da Unidade Administrativa II (UA2), ganhou uma nova sede, nas proximidades de outros departamentos ligados às obras de infraestrutura do campus (UFMG, 2004).

• De 2010 até 2013 - DPFP:

De acordo com informações disponibilizadas pelos atuais profissionais responsáveis pelo planejamento físico da UFMG, em 2010, foi criado um novo órgão denominado Departamento de Planejamento Físico e Projetos (DPFP). O DPFP deu prosseguimento ao Projeto Campus 2000 e elaborou vários planos e projetos, incluindo os demandados pelo Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI).

• De 2012 até 2016 - DP e DPF:

Também de acordo com informações disponibilizadas pelos atuais profissionais responsáveis pelo planejamento físico da UFMG, em 2012, por decisão da Administração Central, foi criado o Departamento de Projetos (DP), que era ligado à extinta Superintendência de Infraestrutura e Manutenção (SIM), onde parte da equipe do DPFP

ficou lotada. O DPFP continuou vinculado à PROPLAN. Após a extinção da SIM, o DP foi diretamente vinculado à Pró-Reitoria de Administração (PRA). Em 2014, o DPFP foi designado como Departamento de Planejamento Físico (DPF) para que não fosse confundido com o DP. Embora essa diferença nunca tenha sido oficializada, é possível dizer que o DPF tinha como principal atribuição trabalhar com o planejamento físico dos câmpus da UFMG e o DP tinha a missão de elaborar e gerenciar os projetos executivos da instituição.

- **A partir de 2016 - DPP:**

De acordo com a observação participativa do autor e o Diário Oficial da União (DOU) Nº 166 de 29 de agosto de 2016, que publica a nomeação do diretor já considerando o nome do novo departamento, é possível afirmar que, em 2016, a Administração Central da UFMG decidiu fundir o DP com o DPF para formar o Departamento de Planejamento e Projetos (DPP), que é o atual órgão responsável por todas as questões relacionadas ao planejamento físico dos câmpus e das unidades da UFMG. O DPP é vinculado à Pró-Reitoria de Administração (PRA) da Universidade. Trabalham diretamente com o DPP outros departamentos vinculados à PRA, como, por exemplo, o Departamento de Manutenção e Operação da Infraestrutura (DEMAI), o Departamento de Obras (DO), o Departamento de Planejamento, Orçamento e Controle (DPOC), o Departamento de Gestão Ambiental (DGA), o Departamento de Apoio Administrativo (DAA) e o Departamento de Logística de Suprimentos e Serviços Operacionais (DLO). A grande maioria dos departamentos vinculados à PRA estão localizados na Unidade Administrativa VI (UA6), que faz parte do conjunto de edificações do Campus da Pampulha. Uma pequena parte do DPP e do DEMAI está instalada no Campus da Saúde, que é localizado no bairro Santa Efigênia de Belo Horizonte, mas está sob a mesma direção instalada no Campus da Pampulha.

Embora a missão, as atribuições e os procedimentos do DPP ainda não estejam bem definidos, esse órgão de natureza técnica pode ser comparado a uma empresa de médio porte que tem como principais finalidades assessorar a Administração Central e orientar a comunidade universitária em relação ao planejamento do espaço físico dos câmpus da UFMG. O DPP atua através da elaboração e do gerenciamento de planos e projetos arquitetônicos, urbanísticos e de instalações para a construção civil. Sua equipe atual é formada por 32 profissionais de cargos variados (arquitetos e urbanistas, engenheiros, desenhistas projetistas, mestres em edificações, técnicos em laboratório e arquivista). A maioria dos profissionais do departamento trabalha na condição de servidor técnico-administrativo em educação (TAE). Dos 38 profissionais do departamento, apenas 8 trabalham na condição de profissional de apoio contratado por tempo determinado e

terceirização de serviço. Tendo em vista a grande quantidade de serviços demandados e o fato de que somente os servidores podem ser legalmente responsáveis pela instituição, mesmo contando com o apoio de um número considerável de profissionais, a equipe se encontra sobrecarregada.

Os arquitetos e urbanistas do DPP têm basicamente a função de elaborar projetos arquitetônicos e urbanísticos e de planejar, relatar, gerenciar e coordenar projetos e serviços demandados. Os engenheiros são responsáveis pela elaboração dos projetos de instalações prediais. As especialidades de projetos de instalações prediais atendidas pelo DPP são: estrutura, hidrossanitário, elétrico, sistema de prevenção e combate ao incêndio, sistema de prevenção de descargas atmosféricas e climatização. Projetos de outras especialidades, como os de acústica, por exemplo, são contratados. Os desenhistas e projetistas dão apoio aos arquitetos e engenheiros na elaboração de projetos e documentos. Os mestres em edificações e os técnicos em laboratório que estão lotados no DPP, por terem uma formação de grande identificação com a área de projetos, também desempenham uma função de apoio aos arquitetos e engenheiros. O arquivista cuida de toda a parte documental (eletrônica e física) do departamento, além de fornecer dados históricos e funcionais a toda comunidade universitária. A parte de secretaria do departamento atualmente é gerida por uma secretaria geral dos departamentos da PRA, o que dificulta alguns procedimentos internos.

3.2. O Projeto Arquitetônico do Quarteirão 10 do Campus da Pampulha

O projeto arquitetônico do Quarteirão 10 foi elaborado e apresentado em nível de anteprojeto pelo Departamento de Planejamento Físico e Projetos (DPFP) em 2013⁵. A equipe do projeto é composta pelos arquitetos Prof. Carlos Alberto Maciel, Pedro Mattos Lodi e Renata Siqueira. O Campus da Pampulha é dividido em 15 quarteirões (ou áreas). O décimo quarteirão, local de implantação do projeto, se encontra na extremidade sudeste do campus, entre as ruas C, D e Mário Werneck e a Avenida Perimetral Sul. O local é próximo à portaria 5 do campus, ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) e às seguintes unidades da UFMG: Colégio Técnico (COLTEC), Departamento de Química (QUI) e Escola de Engenharia (ENG). O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Energia

⁵ Os dados do projeto que são apresentados neste trabalho foram coletados no caderno de apresentação do projeto, que foi emitido pelo DPFP em 2013. Esse caderno foi disponibilizado para consulta pelo Departamento de Planejamento e Projetos (DPP) através de arquivo digital. O memorial descritivo original do projeto está apresentado em formato reduzido e transcrito no Anexo A.

Elétrica (CPDEE), o Laboratório Extra de Alta Tensão (LEAT), o Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Descargas Atmosféricas (CDCTDA) e o Laboratório do Túnel de Vento ocupam uma pequena parte (cerca de 5%) do terreno do quarteirão 10, que possui uma área aproximada de 64.400,00 m², sendo que, de acordo com a Resolução Nº 08/2009 da UFMG (Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus da Pampulha da UFMG), cerca de 50.000,00 m² dessa área é *aedificandi*. Portanto, é um terreno que possui grande potencial construtivo.

FIGURA 20 - Vista aérea do quarteirão 10



Fonte: DPFP-UFMG (2013).

Ainda de acordo com a Resolução Nº 08/2009 da UFMG, o quarteirão 10 é destinado às ocupações ligadas às ciências exatas, da terra e engenharias. Em conformidade com essa resolução, o projeto arquitetônico foi desenvolvido com o objetivo de implantar infraestruturas laboratoriais integradas ao complexo da Escola de Engenharia no local. O projeto prevê a construção de 3 blocos de até 6 pavimentos tipo interligados por passarelas e uma edificação de apoio (que foi denominada como Núcleo de Controle e Visitação) que oferecerá controle de acesso e do desempenho das edificações e espaço de convivência com café e auditório. Em função da necessidade da implantação ser fracionada no tempo, devido às questões de viabilidade econômica, os blocos estão projetados para serem construídos em etapas. A programação da construção está dividida em cinco etapas, a saber:

- 1ª etapa: construção do primeiro módulo da primeira edificação;
- 2ª etapa: construção do Núcleo de Controle e Visitação;
- 3ª etapa: expansão: construção do segundo módulo da primeira edificação;
- 4ª etapa: construção da segunda edificação; e
- 5ª etapa: construção da terceira edificação.

FIGURA 21 - Maquete eletrônica da 1ª etapa de construção do quartirão 10



Fonte: DFPF-UFMG (2013).

FIGURA 22 - Maquete eletrônica da 2ª etapa de construção do quartirão 10



Fonte: DFPF-UFMG (2013).

FIGURA 23 - Maquete eletrônica da 3ª etapa de construção do quarteirão 10



Fonte: DPFP-UFMG (2013).

FIGURA 24 - Maquete eletrônica da 4ª etapa de construção do quarteirão 10



Fonte: DPFP-UFMG (2013).

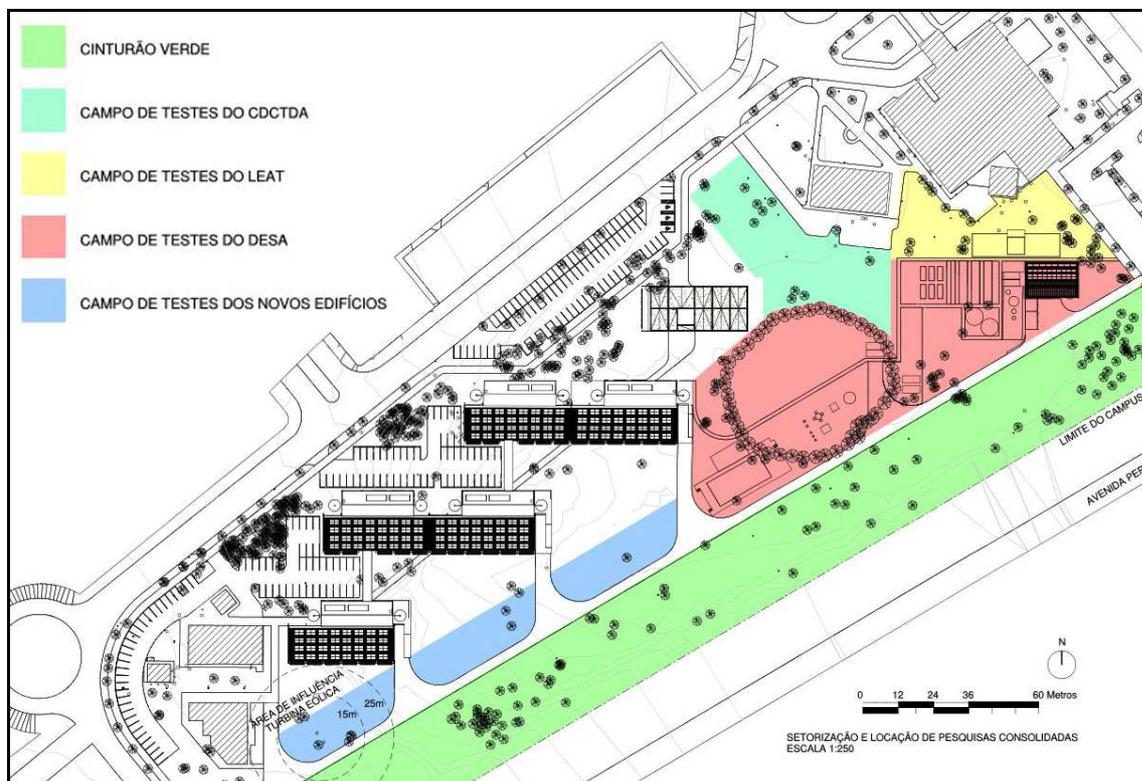
FIGURA 25 - Maquete eletrônica da 5ª etapa de construção do quarteirão 10



Fonte: DPFP-UFMG (2013).

A implantação do projeto considera todas as exigências estabelecidas pelo Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus da Pampulha da UFMG: as fachadas mais extensas dos blocos estão posicionadas na orientação solar do eixo norte-sul, os afastamentos exigidos e o número máximo de seis pavimentos para edificações típicas foram respeitados (proposta que tem a intenção de ocupar o máximo permitido para um melhor aproveitamento do solo) e a acessibilidade geral foi garantida. As edificações serão implantadas de acordo com as condições topográficas existentes, o que minimiza intervenções no terreno. As plantas foram concebidas em um sistema de modulação estrutural que promove flexibilidade, funcionalidade e facilidade de construção. As áreas serventes dos blocos (circulações verticais, instalações sanitárias, shafts e reservatórios d'água) estão dispostas em estruturas independentes das áreas destinadas às atividades a serem exercidas, o que promove um alto grau de flexibilidade das edificações. Portanto, as plantas são livres e podem ser totalmente remanejadas com facilidade, de acordo as necessidades futuras, exceto na parte das circulações horizontais. Para as coberturas dos pavilhões, foram previstas as instalações de telhado e de placas de aquecimento e energia solar. Para a cobertura do Núcleo de Controle e Visitação, foi prevista a construção de uma cobertura verde (terraço jardim).

FIGURA 26 - Planta setorização da implantação do Quarteirão 10



Fonte: DFPF-UFMG (2013).

FIGURA 27 - Vista da implantação da maquete eletrônica do Quarteirão 10



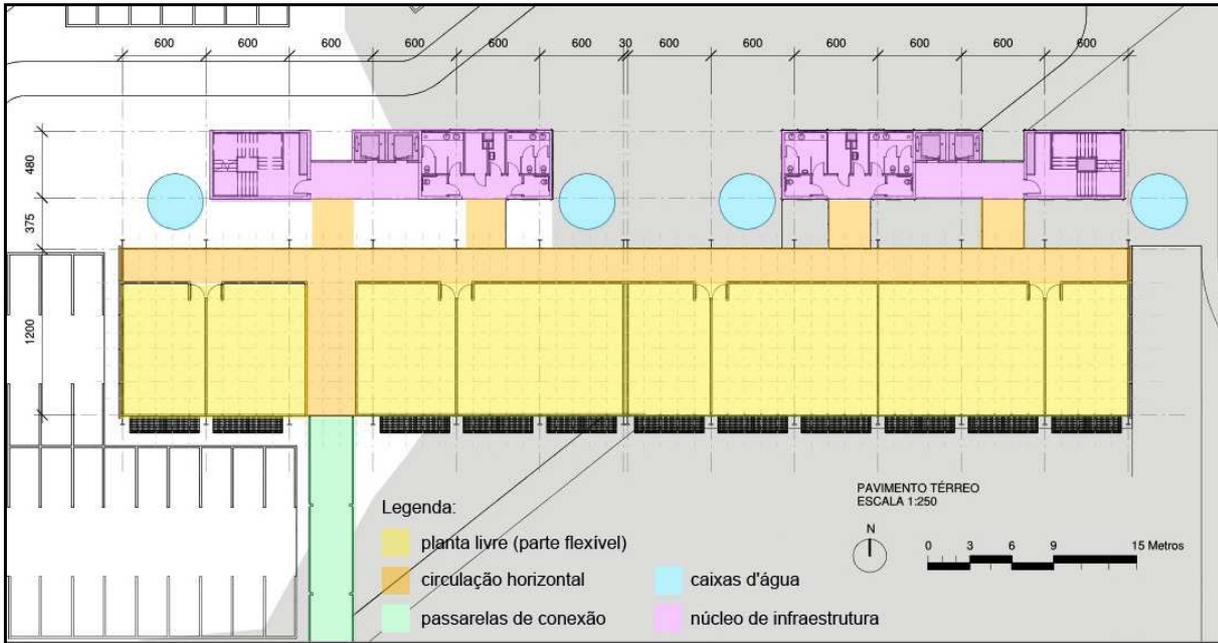
Fonte: DPFP-UFMG (2013).

FIGURA 28 - Vista da geral da maquete eletrônica do Quarteirão 10



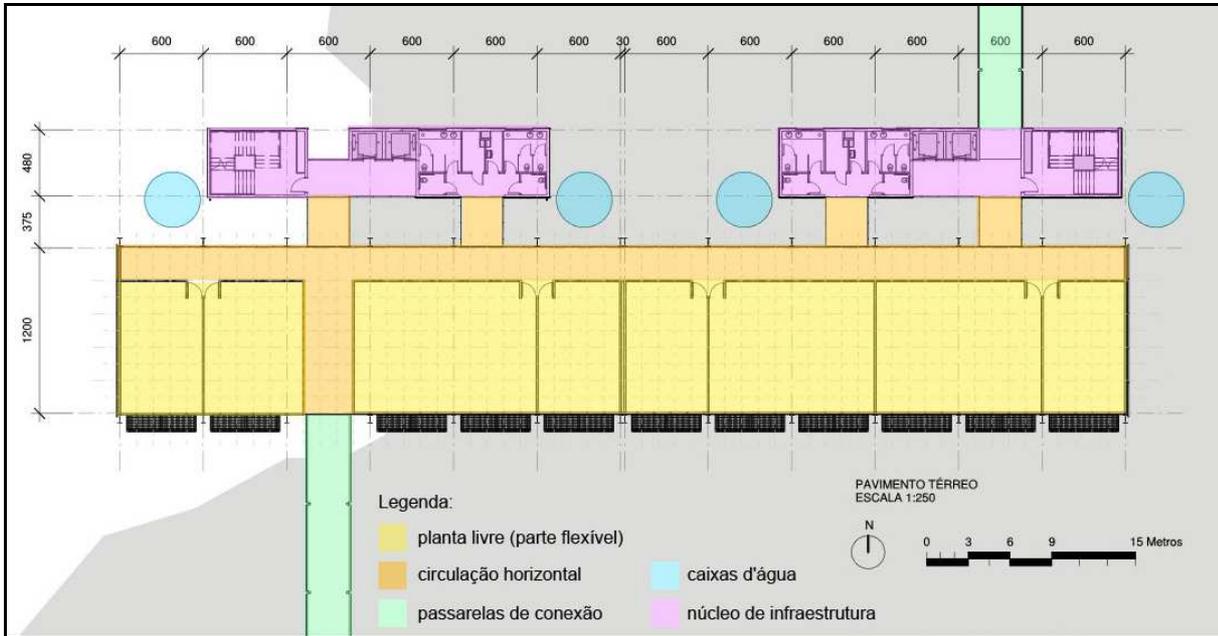
Fonte: DPFP-UFMG (2013).

FIGURA 29 - Planta do pavimento térreo do 1º bloco do Quarteirão 10



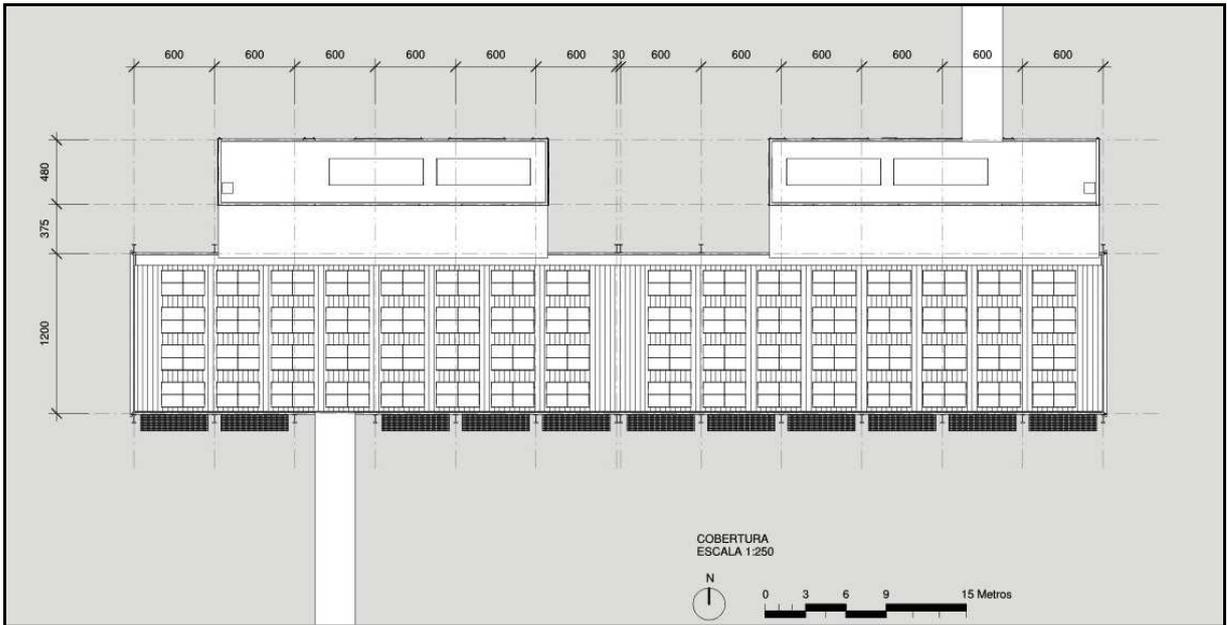
Fonte: DPFP-UFMG (2013), modificado pelo autor.

FIGURA 30 - Planta do pavimento térreo do 2º bloco do Quarteirão 10



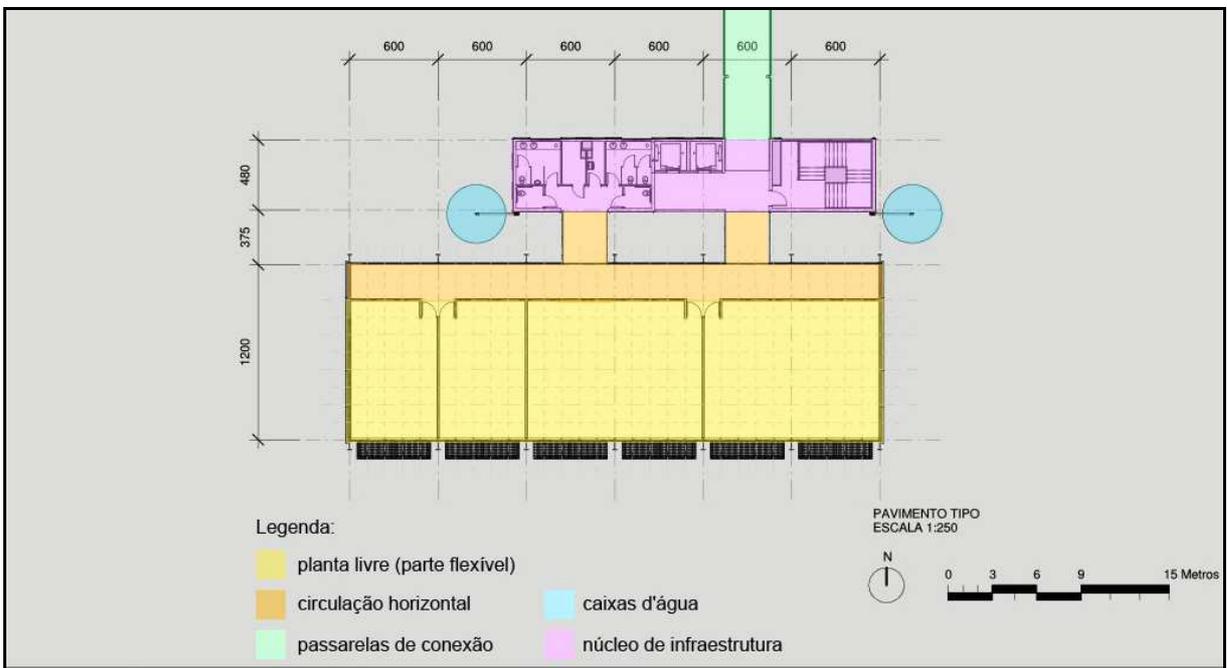
Fonte: DPFP-UFMG (2013), modificado pelo autor.

FIGURA 31 - Planta de cobertura do 2º bloco do Quarteirão 10



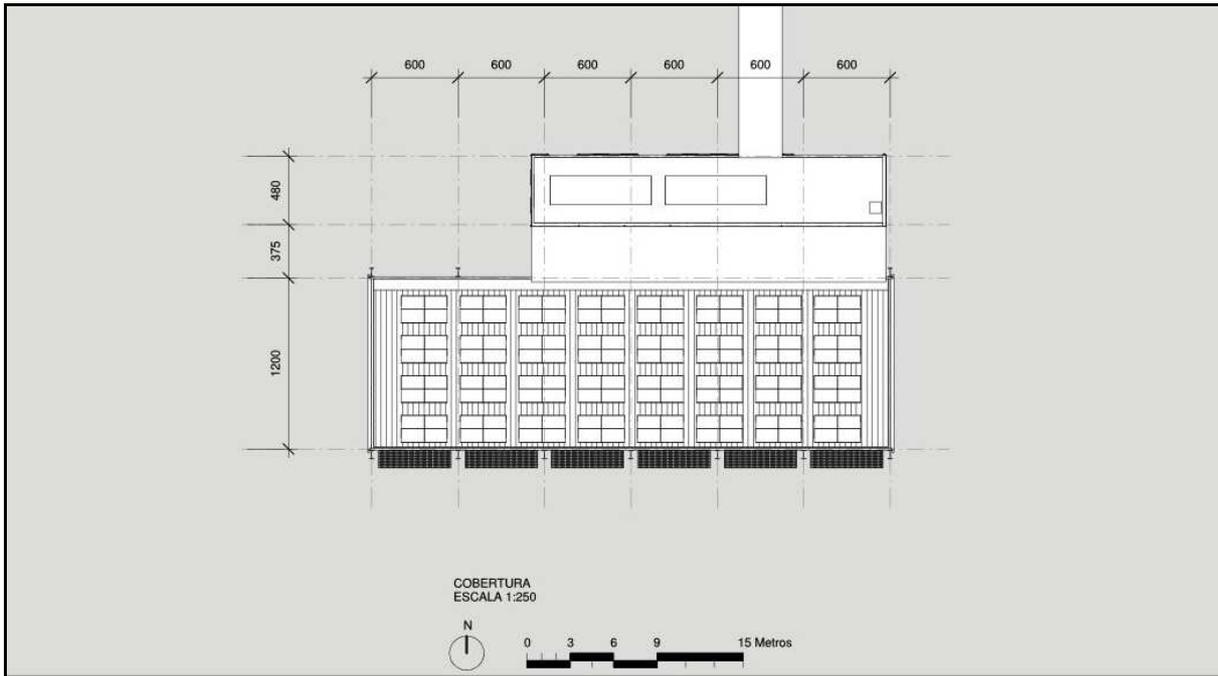
Fonte: DPFP-UFMG (2013).

FIGURA 32 - Planta do pavimento tipo do 3º bloco do Quarteirão 10



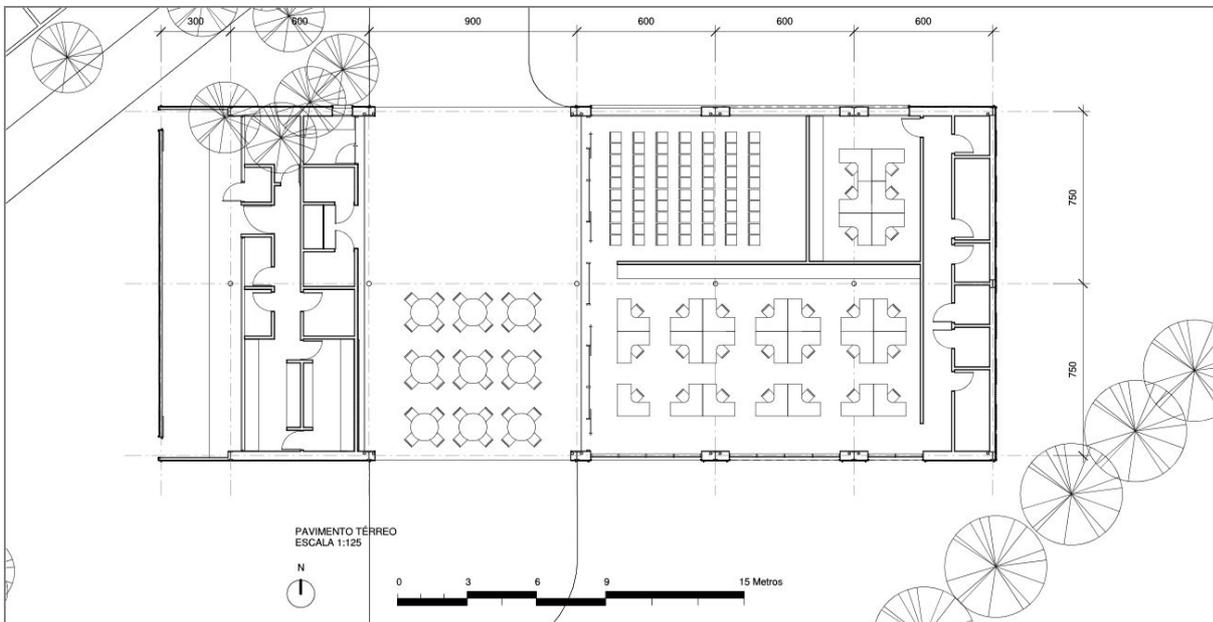
Fonte: DPFP-UFMG (2013), modificado pelo autor.

FIGURA 33 - Planta de cobertura do 3º bloco do Quarteirão 10



Fonte: DFPF-UFMG (2013).

FIGURA 34 - Planta do Núcleo de Controle e Visitação do Quarteirão 10



Fonte: DFPF-UFMG (2013).

FIGURA 35 - Vistas da maquete eletrônica do Quarteirão 10

Fonte: DFPF-UFMG (2013).

O conceito do sistema ambiental proposto para a construção visa um alto desempenho ambiental das edificações e, conseqüentemente, a sustentabilidade do ambiente construído, reforçando a vocação do complexo como Centro de Referência em Baixa Emissão de Carbono. O projeto foi preparado com o objetivo de minimizar os impactos ambientais provenientes da construção civil, seguindo as exigências da Instrução Normativa Nº 1, de 19 de janeiro de 2010, do Ministério do Planejamento. As soluções técnicas buscam o máximo de eficiência energética e construtiva e de flexibilidade e otimização dos espaços.

QUADRO 1 - Resumo de áreas do projeto arquitetônico do Quarteirão 10

Resumo de Áreas	
Área construída por pavimento do módulo da plataforma seca	508,00 m ²
Área construída por pavimento do módulo núcleo de infraestrutura	116,00 m ²
Área construída por pavimento do módulo	646,00 m ²
Área útil dos pilotis por módulo	273,00 m ²
Área útil das salas por módulo	406,00 m ²
Área construída do 3º bloco (um bloco de 5 pav.)	3.310,00 m ²
Área construída do 2º bloco (um bloco de 4 pav. + um bloco de 6 pav.)	6.620,00 m ²
Área construída do 1º bloco (um bloco de 5 pav. + um bloco de 6 pav.)	7.266,00 m ²
Área construída do Núcleo de Controle e Visitação	304,00 m ²
Área construída das passarelas	522,00 m ²
Área construída total do Quarteirão 10	18.022 m ²
Área de projeção do módulo da plataforma seca + núcleo de infraestrutura + coberturas	726,00 m ²
Área de projeção das passarelas	51,00 m ²
Área de projeção do Núcleo de Controle e Visitação	304,00 m ²
Projeção total do Quarteirão 10	4.036,00 m ²
Projeção total estimada das edificações existentes	3.000,00 m ²
Área aproximada do total <i>aedificandi</i> do terreno do quarteirão 10	50.000,00 m ²
Área aproximada do total do terreno do quarteirão 10	64.400,00 m ²
Taxa estimada de ocupação final	cerca de 11%
Taxa estimada de permeabilidade final (considerando 10.000,00 m ² de área de vias, passeios e estacionamentos)	cerca de 74%

Fonte: DPFP-UFMG (2013), modificado pelo autor.

3.3. A Sustentabilidade do Ambiente Construído Influenciada pelo Projeto Arquitetônico no Ciclo de Vida das Edificações do Quarteirão 10

A partir do estudo do projeto arquitetônico do Quarteirão 10 e de observações sobre o contexto atual das obras da UFMG e do funcionamento do DPP, é possível reunir informações para apontar quais são as premissas do projeto que podem contribuir com a sustentabilidade do ambiente construído em cada uma das fases do ciclo de vida das edificações e o que pode ser melhorado nesse sentido, considerando as dificuldades do planejamento institucional. Abaixo segue uma análise qualitativa do projeto arquitetônico do Quarteirão 10 em relação à sustentabilidade do ambiente construído com apontamentos que consideram as fases do ciclo de vida das edificações.

3.3.1. Fase de Planejamento

3.3.1.1. Contexto da Fase de Planejamento do Projeto do Quarteirão 10

O projeto do arquitetônico Quarteirão 10 foi elaborado em 2013, em um contexto diferente do atual, quando o departamento responsável pelo planejamento físico da UFMG era o DPFP, que era vinculado à Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PROPLAN). Esse projeto é um dos exemplos de avanços que a equipe técnica responsável pelo planejamento físico da UFMG obteve na época em relação à construção sustentável, pois é dotado de soluções que buscam minimizar os impactos ambientais provenientes da construção civil em todas as fases do ciclo de vida das edificações projetadas, incluindo a fase de planejamento. Apesar do memorial descritivo do projeto conceitual não conter detalhes sobre a fase de planejamento do Quarteirão 10, o projeto possui uma diretriz importante em relação ao processo de projeto. Essa diretriz recomenda que os projetos de instalações prediais de cada uma das áreas envolvidas sejam desenvolvidos com a coordenação de seus respectivos departamentos da Escola de Engenharia. O objetivo dessa diretriz é, além de produzir projetos adequados aos usos, contribuir com as atividades fins da universidade (ensino, pesquisa e extensão) e com a constituição de experimentos para o desenvolvimento e a consolidação de práticas de construção sustentável.

O Quarteirão 10 foi planejado para estar no estado da arte da construção sustentável e servir de laboratório e experimento para a própria Universidade nesse sentido. Após conversas com profissionais que conhecem o histórico do projeto e do funcionamento do DPFP, foi possível concluir que os procedimentos técnicos e administrativos adotados pelo Departamento na época favoreciam o tipo de concepção projetual que considera e

consegue incorporar a lógica da sustentabilidade do ambiente construído. O planejamento físico da Universidade conseguia manter um trabalho contínuo que, através de pesquisas teóricas e técnicas e da proximidade com a comunidade e outros agentes (consultores, especialistas e usuários) e com o planejamento geral da Administração Central, promovia o sucesso de propostas que buscavam soluções espaciais adequadas que agregavam novos paradigmas e novas tecnologias. Assim, a equipe técnica responsável pelo planejamento físico da Universidade conseguia ir além das soluções comuns, o que é muito favorável à construção sustentável e ao desenvolvimento da própria Universidade.

É preciso uma melhor investigação dos procedimentos adotados pelo DPFP e da Universidade na fase de planejamento do Quarteirão 10, porém, é possível afirmar que o Departamento seguia um esquema diferente de planejamento das demandas e de priorização estratégica e mantinha opções projetuais claras e orientadas para as questões objetivas. No caso do Quarteirão 10, a intenção era de criar um quarteirão sustentável e, nesse sentido, foi feito praticamente um plano diretor específico arquitetural para resolver os impasses. Não foram verificados quais eram os problemas estruturais da Universidade que afetavam a fase de planejamento dos projetos elaborados na época do DPFP, mas muitos devem ter perdurado até a atualidade. Tendo em vista que a etapa de projeto arquitetônico executivo do Quarteirão 10 ainda será realizada pelo DPP juntamente com a elaboração de muitos outros projetos, é recomendável que a UFMG invista em adequações para que a fase de planejamento do ciclo de vida de suas edificações seja sustentável. Por isso, é importante considerar neste trabalho o contexto atual da fase de planejamento dos projetos elaborados pela UFMG no DPP, que segue abaixo.

3.3.1.2. Contexto Atual da Fase de Planejamento dos Projetos da UFMG

No planejamento físico das universidades públicas brasileiras, geralmente, a elaboração e a coordenação dos projetos das edificações são de responsabilidade de diretorias de planejamento do espaço físico e a manutenção da infraestrutura é administrada pelas Prefeituras dos câmpus (ESTEVES, 2013). Esses setores de serviço técnico-administrativo quase sempre são vinculados às pró-reitorias de planejamento e administração. Esteves (2013), em pesquisa realizada para sua dissertação, percebeu que a maioria das diretorias de planejamento físico das universidades públicas brasileiras é constituída por departamentos técnicos de arquitetura e engenharia. Esses departamentos formam verdadeiros escritórios internos de projetos para a construção civil nas universidades e atuam desde a concepção de um projeto até o detalhamento executivo e acompanhamento da obra. Também é comum que as equipes desses escritórios atuem como fiscais quando os projetos são provenientes de empresas terceirizadas contratadas.

A situação da UFMG em relação ao planejamento físico se assemelha bastante à situação de outras instituições que foi registrada por Esteves. O Departamento de Planejamento e Projetos (DPP), que é vinculado à Pró-Reitoria de Administração (PRA), é o atual setor responsável pelo planejamento físico dos câmpus da UFMG e também vivencia vários dos problemas existentes em órgãos de outras universidades públicas. A ocorrência dos mesmos problemas em instituições públicas semelhantes aponta um déficit de planejamento no Brasil. Portanto, as resoluções dos problemas relacionados à fase de planejamento das edificações das universidades públicas devem se iniciar em âmbito de planejamento federal. Grande parte da sustentabilidade do ambiente construído na fase de planejamento depende do Governo Federal. As questões administrativas a serem resolvidas dependem de decisões e iniciativas governamentais. O projeto arquitetônico só pode influenciar positivamente na fase de planejamento do ciclo de vida de uma edificação universitária se for elaborado de maneira eficiente, com equipe, processos e ferramentas adequados.

Esteves e Falcoski (2011) apontam que a contratação de empresas privadas para a elaboração de projetos de edificações muitas vezes é necessária nas universidades públicas porque a equipe de seus escritórios quase sempre é muito reduzida e não consegue atender o grande volume de demandas de projetos dos câmpus, que variam de pequenas reformas e manutenções até obras complexas e prédios novos. Outro fato importante que também faz com que a compra de projetos seja necessária nas universidades públicas é o de, quase sempre, o corpo técnico de seus escritórios não possuir todos os tipos de profissionais necessários para a elaboração de projetos de outras especialidades, como os de instalações prediais, por exemplo. A situação que predomina nesses escritórios é a elaboração interna dos projetos arquitetônicos (ou de algumas das fases destes, como, por exemplo, o anteprojeto, o projeto básico e o projeto executivo) e a terceirização dos demais projetos.

A compra de projetos de edificações se mostra uma situação desvantajosa para o planejamento físico das universidades públicas por vários motivos. A presença de várias empresas no processo dificulta a interação e a integração da equipe e isso gera muitos problemas. Um dos problemas dessa prática diz respeito à qualidade e à pertinência do que é projetado: é muito difícil que as empresas contratadas entendam as especificidades e as necessidades dos câmpus da maneira global que a equipe técnica permanente geralmente entende. Bretas (2010), que estudou sobre o processo de projetos de edificações de uma instituição financeira pública, aponta que um dos principais motivos do surgimento de problemas em projetos contratados é a falta de detalhamento bem definido de escopo. A compatibilização de projetos que são elaborados por mais de uma empresa acaba acusando muitos erros, o que compromete o cumprimento de prazos.

O que também agrava a falta de cumprimento de prazos é a desgastante relação conflituosa entre as empresas contratantes e contratadas no processo de elaboração dos projetos. Por causa de conflitos, a contratação dos projetos, que é regida pela Lei de Licitações, acaba sofrendo paralisações dos serviços em processos aditivos. Vale a pena ressaltar que um dos principais problemas da Lei de Licitações nesse sentido é a previsão da contratação pelo “menor preço”, que é utilizada como justificativa para a compra de produtos ou a contratação de serviços de baixa qualidade e para o aditamento de prazos e custos (GUIDUGLI FILHO; ANDERY, 2002 *apud* ESTEVES; FALCOSKI, 2013). Nesse caso, as empresas que vencem as licitações são as que têm propostas menos custosas e não as que têm propostas de melhor qualidade técnica. Assim, por causa das imposições da Lei de Licitações, frequentemente, os profissionais que vencem as licitações possuem pouca experiência na área ou pouca capacidade técnica e não conseguem atender corretamente as necessidades universidades (ESTEVES; FALCOSKI, 2013, p. 84). Esteves e Falcoski (2011) relatam que, em relação aos conflitos entre as universidades e as empresas contratadas para a elaboração de projetos de edificações, foram detectados, pelo escritório da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), problemas como interferências e alterações provenientes das empresas contratadas nos projetos, erros na execução da obra e na compra de materiais e excessos de aditamentos.

Além dos problemas de corpo técnico insuficiente para atender o grande número de demandas e de conflitos com empresas externas contratadas, outros problemas comuns dos escritórios internos de planejamento físico das universidades públicas (e que são vivenciados pela UFMG) foram explicitados por Esteves e Falcoski (2011 e 2013). Esses problemas são explicados nos tópicos a seguir:

- O planejamento é pouco desenvolvido e, muitas vezes, acontece de maneira informal e inadequada;

- Há uma grande dificuldade de organização e planejamento de médio e longo prazo, principalmente porque as oportunidades e contingências de curto prazo se sobrepõem aos planos. “Por mais que as diretorias façam um planejamento a curto ou médio prazo, as decisões da administração se sobrepõem, alterando o quadro de prioridades da diretoria, que deve se reprogramar frequentemente em função dessas mudanças” (ESTEVES; FALCOSKI, 2013, p. 79). O máximo que os setores relacionados ao planejamento físico conseguem fazer é um planejamento anual, que também é frequentemente modificado por causa das dinâmicas decisões políticas da administração geral. “Os diretores organizam cronogramas de médio prazo, bianual em média, para ter uma visão global das demandas

da universidade, mas esses planos são sempre alterados pelas mudanças das prioridades ou em função dos prazos de utilização dos recursos” (ESTEVEES; FALCOSKI, 2013, p. 83);

- As decisões são tomadas muito mais vezes tendo como base pressões da vontade política, prazos de licitações e projetos governamentais do que com o embasamento de argumentações técnicas. “As prioridades acabam sendo definidas pela administração, e não pelo setor de planejamento da universidade” (ESTEVEES; FALCOSKI, 2013, p. 71);

- A interferência de projetos provenientes de recursos obtidos por docentes através de pesquisas e agências de fomento no cronograma das equipes de projeto. Esse tipo de demanda quase sempre não é prevista pelos setores responsáveis pelo planejamento físico, mesmo assim é atendida, e possui prazos definidos para a utilização dos recursos. Esses prazos geralmente são curtos e, por isso, demandam grande mobilização e remanejamento dos profissionais e replanejamento de todos os trabalhos;

- A constante pressão das equipes de projeto decorrente dos prazos para licitação dos projetos executivos e de contratações de obras, que tem como consequência baixa eficiência de processos e baixa qualidade de projetos. A falta de planejamento das instituições gera urgências;

- Há pouca disponibilidade de tempo para a elaboração e o amadurecimento dos projetos, bem como para um levantamento apurado das necessidades dos usuários, já que a equipe efetiva interna é reduzida e fica responsável por muitas questões burocráticas, que não são só relacionadas ao planejamento físico, mas também à administração geral das instituições;

- Muitas vezes, de acordo com os interesses da administração, o processo de projeto não é coordenado e é atropelado e precariamente acelerado ou interrompido. As principais consequências dessas práticas são a adoção de soluções pouco satisfatórias, o retrabalho e o aumento do risco de erros de projeto. Essas consequências podem gerar aumento de custo, baixa qualidade e atrasos nos cronogramas das obras;

- A quantidade de recursos humanos insuficiente da equipe e a constante sobrecarga de trabalho, o que tem como principal consequência a necessidade de contratação de profissionais terceirizados, que são um importante apoio técnico, porém temporário e, por isso, não devem ser considerados em planos de médio e longo prazo.

Além disso, em várias situações, os terceirizados não podem ser responsáveis pela instituição;

- A falta de definição e constante modificação dos membros das equipes de projeto, principalmente por causa das terceirizações, o que retira o foco e desmotiva o corpo técnico e faz com que seja necessário um maior detalhamento das etapas de projeto e da padronização dos detalhes construtivos;

- A limitação de recursos para investimentos em materiais, equipamentos e cursos para a qualificação da equipe, o que compromete a qualidade necessária aos serviços;

- A falta de definição de procedimentos padrões internos que poderiam organizar as tarefas e dinamizar os serviços;

- A ausência de uma gestão de projetos eficiente. Geralmente, a gestão de projetos dos escritórios das universidades públicas acontece de maneira precária e informal, sem atender a complexidade e a quantidade de projetos realizados; e

- A falta de incentivo em pesquisas e qualificação da mão de obra para a inserção de novas tecnologias nos projetos arquitetônicos, que acabam sendo elaborados de forma tradicional e limitada, o que não condiz com o que se espera do ambiente científico e tecnológico do campus universitário.

Além desses problemas que também são comuns em outras universidades foram observados na UFMG, através de pesquisa participativa, os seguintes problemas que desfavorecem a eficiência do planejamento físico e dos projetos arquitetônicos:

- Demandas por projetos sem real necessidade ou incoerentes com o uso das edificações institucionais. Existem muitos casos de pedidos de projeto que têm problemas que poderiam ser resolvidos sem a necessidade de obras. Se cada unidade acadêmica fosse acompanhada por um planejamento global da edificação, esse e outros problemas relacionados ao espaço físico poderiam ser evitados. Não é tão comum, mas ocorrem solicitações de projetos para adequações específicas personalizadas, geralmente relacionadas ao conforto pessoal e à estética, que não condizem com o espaço físico público. As edificações públicas devem oferecer ambientes de qualidade, porém padronizados, genéricos e econômicos.

- Desordenamento e descontrole de pedidos das unidades acadêmicas. Os gestores, na atual prática de demandas por projetos na UFMG, não seguem a Resolução N° 12/1995, de 14 de dezembro de 1995, que “disciplina competência e procedimentos para solicitação e autorização de obras novas e reformas no âmbito da UFMG” (UFMG, 1995). Essa resolução determina que os pedidos por projetos devam acontecer de maneira ordenada, apenas duas vezes por ano, em datas específicas. E, segundo a mesma resolução, após a entrega dos pedidos, os gestores responsáveis deveriam analisá-los para priorizá-los de acordo com critérios definidos por grau de risco à vida humana.

- Demandas duplicadas e sobrepostas. A falta de procedimentos padrão dos usuários e dos departamentos relacionados de projetos e manutenção do espaço físico, associada à falta de uma gestão de projetos eficiente, gera grande quantidade de pedidos duplicados ou que se sobrepõem a outros. Esses problemas geram grande confusão administrativa e retrabalhos.

- Obsolescência de demandas. A quantidade de demandas por projetos é muito grande em relação ao tamanho da equipe de projetistas. Por isso, os pedidos demoram a ser atendidos. A universidade é muito dinâmica e logo as necessidades de seus espaços físicos e usuários se modificam, o que tornam obsoletos muitos pedidos por projetos. Os técnicos necessitam sempre verificar se há obsolescência da demanda antes de iniciarem os serviços, desprendendo horas de trabalho em questões administrativas que atrasam o processo de projeto, mas, por outro lado, eliminam o desperdício de projetos que não são mais necessários; e

- Geralmente, principalmente por causa da falta de planejamento global em cada unidade e de uma padronização de procedimentos na instituição, os usuários não conseguem definir os programas de necessidades dos projetos arquitetônicos com agilidade e eficácia, o que gera constante retrabalho com modificações e desperdício de recursos e, no caso de obras em andamento, também de materiais;

É importante ressaltar que a UFMG possui Plano de Desenvolvimento Institucional e Plano Diretor (Resolução N° 08/2009), mas esses devem ser revistos e monitorados. O ordenamento e a priorização dos pedidos de projeto são tarefas essenciais para a eficácia dos serviços. As decisões dos gestores em relação ao planejamento físico devem privilegiar a consideração de questões técnicas. É preciso retomar estruturas e procedimentos técnicos e administrativos que favoreçam a produção de projetos com soluções de

vanguarda para a construção sustentável, como os procedimentos de trabalho realizados na época em que o Quarteirão 10 foi concebido. Também é necessário que se faça ou se dê continuidade aos planos globais específicos das unidades acadêmicas. A equipe técnica deve ter seus recursos humanos aumentados e capacitados para implantar um sistema de controle e gestão de projetos eficiente, com a utilização de ferramentas tecnológicas apropriadas (por exemplo: tecnologia BIM, ACV, softwares de gerenciamento, etc.) e considerando os novos paradigmas e as exigências da construção sustentável.

3.3.2. Fase de Implantação

Para a sustentabilidade na fase de implantação do Quarteirão 10, o projeto arquitetônico prevê a minimização de movimentações de terra, uma baixa taxa de ocupação do terreno (o que prioriza a permeabilidade do solo), a preservação da paisagem e das edificações existentes, requalificando seu entorno, e sistemas construtivos industrializados e racionalizados com o objetivo de diminuir o impacto ambiental no momento da construção das edificações. É possível detalhar as seguintes características do sistema ambiental proposto que influenciam na sustentabilidade do ambiente construído nesta fase do ciclo de vida do empreendimento:

- Utilização de estrutura metálica como estrutura principal dos blocos. A estrutura metálica, em relação à estrutura convencional de concreto armado, garante maior rapidez, economia, precisão de dimensões, qualidade de construção, menos desperdício de materiais e menos geração de resíduos, além de não necessitar de água e se relacionar melhor com outros elementos construtivos industrializados. Na proposta, as peças metálicas possuem dimensões de fabricação (12 metros) para a definição do módulo estrutural de 12 x 6 metros, em uma malha de 1,20 x 1,20 metros. As lajes serão compostas por steeldeck;

- A modulação proposta contribui com a facilidade e a qualidade da construção;

- Os elementos das vedações também serão industrializados. Serão utilizados fechamentos externos em vidro temperado na fachada sul, painéis pré-moldados em concreto com grande inércia térmica nas empenas leste e oeste e paredes internas em drywall. A utilização desses sistemas construtivos agiliza o processo de construção e minimiza a geração de resíduos e de desperdício de materiais;

- A construção industrializada seca reduz o consumo de água na obra e a necessidade de armazenamento de materiais, além de praticamente eliminar resíduos e desperdícios de materiais, como os provenientes de formas estruturais;

- Para a prumada dos núcleos de infraestrutura que se conectam aos pavilhões, devido às suas características dimensionais e de uso, foi adotada estrutura em alvenaria estrutural, modulada a partir das dimensões do bloco de concreto, para que a construção também seja rápida, econômica e com minimização de desperdícios e da geração de resíduos; e

- Devido às questões de viabilidade econômica, o projeto foi concebido considerando uma construção a ser realizada em etapas, com expansões tanto de blocos quanto de pavimentos de blocos (expansão vertical). Por isso, o projeto adota algumas medidas importantes para reduzir o impacto das obras de expansão vertical em relação aos pavimentos que já estiverem construídos:

1) Na primeira fase de construção de cada módulo das edificações, é obrigatória a construção de todos os pavimentos do núcleo de infraestruturas. Assim, reservatórios e circulações verticais terão implantação definitiva e o bloco ficará preparado para receber as ampliações futuras. Essa medida, embora gere um custo adicional na primeira fase da obra, se mostra eficiente, pois reduz perdas, desperdícios e duplicação de custos na fase de ampliação vertical;

2) Os pilares dos blocos serão dispostos externamente ao vigamento de bordo do pavimento, para permitir a montagem de um segmento adicional de pilar sem interferir na estrutura dos pavimentos que estiverem em uso. A cobertura foi projetada para ser desmontada e remontada sobre o pavimento adicionado após a montagem das instalações de drenagem, que também será localizada no perímetro externo do pavimento;

3) Todas as instalações serão locadas no perímetro externo do pavimento, sendo que as alimentações serão feitas por pavimento, a partir dos núcleos de infraestrutura. As saídas (esgotamentos e exaustões) serão feitas pela fachada sul, sempre lateralmente e nunca perfurando lajes e coberturas, o que evitará interferências em pavimentos existentes. Está prevista a construção de varandas técnicas com piso metálico em grade industrial ao longo da fachada sul, para viabilizar as mais diversas demandas de instalações. Laboratórios que demandarem água serão alimentados através do núcleo de infraestruturas,

com tubulação derivando pelo teto da circulação e distribuindo para os laboratórios por meio de instalação tipo PEX, interna às divisões leves do tipo drywall; e

4) A utilização de sistemas construtivos totalmente industrializados, com a previsão de vigamento intermediário para a construção das lajes em steeldeck, que dispensam cimbramento, o que permite a montagem integral de uma nova laje sem o comprometimento do telhado implantado no pavimento inferior. Essa solução reduz o consumo de água na obra, que se restringe à concretagem das lajes, que, por sua vez, serão protegidas pela cobertura e pela própria chapa da estrutura. Os benefícios em relação às obras convencionais são: agilidade de construção, redução de resíduos e desperdícios, redução do consumo de água, eliminação da utilização de madeira para formas no processo de construção.

3.3.3. Fase de Uso

O projeto arquitetônico do quarteirão 10 possui várias características que objetivam a sustentabilidade do ambiente construído na fase de uso de suas edificações:

- Todo o quarteirão foi setorizado, considerando uma reserva organizada de campos de testes específicos para cada edificação, incluindo as existentes. As edificações novas foram organizadas ao redor de um bambuzal existente, para que as áreas menos visíveis e isoladas fossem reservadas para bacias e tanques vinculados à atividades das edificações existentes. Os acessos para os estacionamentos aproveitam a faixa de afastamento obrigatório e deverão ser arborizados para sombrear os espaços e as edificações;

- Junto ao cinturão verde de 30 metros, exigência do Regulamento de Uso e Ocupação do Campus da Pampulha da UFMG, foi prevista uma via de acesso para serviços de carga e descarga, com acessos específicos a cada bloco, para reduzir os impactos de trânsito de veículos de carga no interior do campus;

- A acomodação das edificações de acordo com a topografia existente forma um pavimento térreo de altura variada que pode abrigar laboratórios de maior sobrecarga e/ou carga e descarga de equipamentos de grandes dimensões;

- Nos trechos em que a estrutura encontra os planos inclinados da topografia, a ocupação do pavimento térreo é interrompida para assegurar a continuidade dos taludes ajardinados, que passam sob a sombra das edificações e constituem um percurso

qualificado para o pedestre, conformando espaços de uso tanto à sombra como nos intervalos ajardinados entre blocos;

- Com o objetivo de garantir um desempenho ambiental adequado, foram previstas fachadas cegas e menos extensas nas orientações leste e oeste e a concentração dos ambientes de atividades de permanência prolongada na fachada sul dos blocos, que receberá menos insolação, e dos ambientes de atividades de permanência transitória (circulações verticais e horizontais e instalações sanitárias e prediais) na fachada norte dos blocos. Nesse sentido, também foram previstos ventilação cruzada e circulação horizontal que funcionará como elemento avarandado de sombreamento e intervalo para climatização. O projeto admite a criação de circulação central no caso de divisões de gabinetes individuais. Para esse tipo de situação, o pavimento será protegido por um brise diferenciado na fachada norte para proteger os ambientes voltados para esta orientação contra a insolação. Contudo, é recomendável que gabinetes de professores sejam concentrados nas instalações existentes da Escola de Engenharia para evitar a fragmentação dos espaços destinados ao corpo docente da unidade;

- A envoltória das edificações foi projetada de maneira a evitar a insolação e as trocas térmicas entre os ambientes internos e externos. Para a proteção das janelas, que se localizam ao longo das duas maiores fachadas dos blocos, foram previstos painéis com elementos metálicos leves que funcionam como atenuadores da radiação solar direta. A fachada norte contará com brises planos lineares que ampliarão o sombreamento das circulações avarandadas. A fachada sul terá a proteção de varandas técnicas projetadas além da estrutura e do plano de vedação que permitem a instalação de cabos de aço e vegetação do tipo trepadeira, que formarão uma cortina verde. Para a cobertura foi prevista a instalação de telhas com material de isolamento termoacústico. Além disso, as placas de energia solar que serão instaladas na cobertura formarão um plano solto acima do telhado, o que diminuirá a radiação solar direta nas telhas. Serão adotadas cores claras e superfícies metalizadas nos planos dos blocos que terão maior insolação com o objetivo de reduzir a absorção de carga térmica;

- O projeto busca o máximo de utilização da iluminação natural, principalmente nos ambientes de permanência prolongada, através de grandes aberturas na fachada sul, que, por sua vez, terá elementos de proteção que reduzirão a insolação direta e o ofuscamento. Para as paredes internas das áreas de trabalho, que são adjacentes à circulação avarandada, o projeto prevê a possibilidade, quando o uso permitir, da utilização de vedação com material translúcido e/ou aberturas para ventilação, maximizando a utilização de

iluminação e ventilação naturais. A largura do bloco, 12 metros, é ideal para o aproveitamento de iluminação e ventilação naturais;

- Com o objetivo de garantir baixo consumo, além das soluções relacionadas ao desempenho ambiental que minimizam o consumo energético, o projeto prevê a implantação de sistema de reuso de água com a instalação de reservatórios industrializados juntos aos núcleos de infraestrutura dos blocos. As águas da chuva e as águas cinzas serão coletadas, tratadas e armazenadas para utilização em atividades que não exijam água potável (descargas sanitárias, limpeza de áreas externas e irrigação dos jardins). Também está prevista a utilização de torneiras economizadoras com aerador e fechamento automático e válvulas de descarga com duas opções de acionamento;

- O projeto ainda não prevê, mas a prática atual das obras da UFMG aponta que a tendência é a utilização de bacia sanitária com caixa acoplada para diminuir o consumo e a necessidade de manutenção. O mesmo acontece em relação à utilização de lâmpadas. Atualmente, as lâmpadas do campus estão sendo substituídas por tecnologias mais eficientes, com as de LED. Portanto, é recomendável que o projeto executivo do Quarteirão 10 utilize essas tecnologias;

- Também é recomendável que o projeto executivo de instalações elétricas considere uma distribuição inteligente para acionamentos da iluminação artificial. Dependendo do uso e das necessidades de cada ambiente, as luminárias que serão dispostas junto às aberturas devem ter acionamento separado das demais. Essa solução ajuda a reduzir o consumo energético, pois, em muitos casos e horários do dia, só parte do ambiente terá a necessidade de complementação de luminosidade através da iluminação artificial;

- O projeto considera a instalação de um sistema de geração de energia a partir de placas fotovoltaicas para abastecer todo o quarteirão. O conjunto de medidas relativas à geração e racionalização de energia, assim como as medidas de racionalização do uso de água, integrarão as pesquisas da Escola de Engenharia nessa área.

- Também está previsto um espaço destinado ao controle geral do monitoramento do desempenho ambiental do conjunto de edificações e dos equipamentos do Quarteirão 10. Esse espaço ficará no Núcleo de Controle e Visitação, que é uma pequena edificação de apoio do empreendimento;

- A implantação do Núcleo de Controle e Visitação foi prevista em frente ao bambuzal para aproveitar o potencial paisagístico do local. A edificação se integra à arborização existente através de uma ampla varanda que se localiza no eixo de entrada, que, por sua vez, dá continuidade ao eixo visual da Rua Samuel Caetano Jr., principal acesso ao conjunto desde as demais áreas do campus. É importante ressaltar a cobertura verde prevista para essa edificação, que proporcionará isolamento e conforto térmico, além de colaborar com a drenagem de águas pluviais e com a diminuição do efeito de ondas de calor no entorno;

3.3.4. Fase de Manutenção

O ambiente construído universitário é muito diverso e está sempre necessitando de modificações e manutenções físicas espaciais. Muitas vezes, os ambientes precisam ser adequados à novos usos ou para receber intervenções em função, por exemplo, de instalações de novos equipamentos de dimensões atípicas. Por isso, o projeto do Quarteirão 10 foi totalmente preparado para que as edificações sejam flexíveis. Isso significa que haverá grandes benefícios para a sustentabilidade do ambiente construído na fase de manutenção do ciclo de vida das edificações. O sistema ambiental proposto é racionalizado e foi pensado para minimizar impactos ambientais gerados por reformas e manutenções. Os pavilhões dos blocos foram preparados para terem plantas livres com dimensões moduladas e elementos industrializados, o que garante uma excelente condição para que os ambientes sejam transformados com facilidade e impactos ambientais minimizados. A segregação dos blocos, que separa a prumada do núcleo de infraestruturas (que é composto por ambientes de permanência transitória que não necessitam transformar-se de acordo com as necessidades educacionais de uso) dos pavilhões de planta livre, associada ao sistema construtivo modulado e industrializado é um arranjo que favorece a flexibilidade e, conseqüentemente, a sustentabilidade.

O sistema ambiental foi previsto com estrutura metálica nas bordas, lajes de steeldeck e vedações internas de drywall, que são sistemas construtivos que oferecem facilidade de montagem e desmontagem, o que favorece a redistribuição do espaço de acordo com as necessidades. Esse sistema também permite que trechos de lajes possam ser eliminados para que se formem laboratórios que demandem pés-direitos duplos. A flexibilidade é reforçada pela previsão da concentração das instalações prediais na parte externa dos blocos. Essa solução permite que novos elementos prediais de infraestrutura sejam instalados sem a necessidade de perfuração de lajes e demolição de paredes. Áreas técnicas, como casas de gases, castelo d'água e áreas de carga e descarga, serão dispostas nas extremidades dos blocos ou entre os núcleos infraestruturais.

Serão utilizadas telhas onduladas galvalume para revestir os núcleos de infraestruturas com o objetivo de reduzir problemas decorrentes de fissurações e infiltrações na alvenaria estrutural e ainda a garantir um acabamento que reduza a demanda por manutenção com pintura. Para o fechamento das passarelas de conexão entre os blocos, está previsto o uso de telas de chapa expandida de alumínio, que é um material leve e de pouca necessidade de manutenção.

3.3.5. Fase de Demolição

A utilização de sistemas construtivos industrializados favorece a sustentabilidade do ambiente construído na fase de demolição do ciclo de vida das edificações, pois os elementos desses sistemas quase sempre são de fácil desmontagem. Uma das vantagens da utilização da estrutura metálica em relação à sistemas construtivos convencionais está associada justamente à fase de demolição. A estrutura metálica oferece facilidade de desmontagem e apresenta alto potencial de reciclagem, o que reduz a geração de resíduos na demolição.

QUADRO 2 - Resumo de critérios atendidos, atendidos parcialmente e não atendidos pelo projeto arquitetônico do Quarteirão 10 em relação à sustentabilidade do ambiente construído, considerando o ciclo de vida das edificações

QUADRO DE RESUMO DE CRITÉRIOS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E DA SITUAÇÃO DE ATENDIMENTO PELO PROJETO ARQUITETÔNICO DO QUARTEIRÃO 10				
CRITÉRIOS RESUMIDOS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL QUE FORAM APRESENTADOS NO ITEM 2 DESTE TRABALHO PARA CADA FASE DO CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÕES		ATENDE	ATENDE PARCIAL-MENTE	NÃO ATENDE
FASE DE PLANEJAMENTO	Utilização do gerenciamento de projetos.	sem informação		
	Elaboração de estudo de viabilidade (física, econômica e financeira).	sem informação		
	Elaboração de programa de necessidades.	●		
	Diagnóstico de condicionantes locais e legais (condições climáticas e outras especificidades do terreno, legislação, etc.)	●		
	Uso de ferramentas tecnológicas para tornar o processo de projeto mais eficientes (exemplo: softwares e procedimentos).	●		
FASE DE IMPLANTAÇÃO	Especificação de materiais e serviços locais.	●		
	Especificação de materiais e sistemas construtivos industrializados, pré-fabricados ou pré-moldados.	●		
	Soluções arquitetônicas racionalizadas.	●		

	Previsão de canteiro de obras organizado e seguro.		●	
	Previsão de proteção da vegetação e das edificações existentes no terreno e na vizinhança.			●
FASE DE USO	Solução com conceito atraente, convidativo, estimulante e inovador.	●		
	Soluções que garantem ambientes salubres.	●		
	Especificação de sistema estrutural modular claro e simples para obter flexibilidade, funcionalidade e economia.	●		
	Ambientes internos e externos flexíveis e adequados às atividades a serem exercidas e à quantidade de usuários.	●		
	Previsão de compartilhamento de espaços.	●		
	Setorização da planta, porém sem muita rigidez para não comprometer a flexibilidade dos ambientes.	●		
	Concentração de espaços que deverão abrigar mais usuários nos níveis mais baixos da edificação.	●		
	Previsão de elementos que garantem autonomia, acessibilidade e segurança dos usuários e do patrimônio.	●		
	Rampas, escadas e elementos de proteção adequadamente dimensionados.	●		
	Previsão de elementos de controle de acesso em áreas que tenham piscinas.	não se aplica		
	Especificação de equipamentos para recreação que atestem garantia de qualidade.	não se aplica		
	Previsão de sistemas de coleta de esgotos sanitários eficientes, robustos e estanques.			●
	Previsão de implantação de estação de tratamento de esgoto (ETE) própria.			●
	Previsão de sistema de drenagem eficiente para evitar o risco de inundações.			●
	Previsão de equipamentos de apoio à mobilidade, como bicicletários e abrigo de parada de ônibus, conectados às redes de ciclovias e transporte coletivo.			●
	Previsão de espaços adequadamente dimensionados para instalação, operação e manutenção das instalações prediais.	●		
	Previsão de manual de utilização da edificação com explicações objetivas e de fácil entendimento sobre como deve ser o funcionamento e a manutenção de seus sistemas.			●
	Soluções que consideram as especificidades climáticas e topográficas do local e do seu entorno.	●		
	Soluções que preveem o aproveitamento máximo da iluminação e da ventilação naturais.	●		
	Envoltória (vedações, abertura e cobertura) adequadamente projetada para garantir o conforto térmico.	●		

Utilização de soluções e materiais que garantem o isolamento térmico dos ambientes.	●		
Previsão de janelas de abrir para que o controle seja feito pelos usuários.	●		
Previsão de paisagismo estratégico para amenizar o clima através de sombreamento, resfriamento e desumidificação naturais.	●		
Soluções arquitetônicas que minimizem seu impacto acústico no entorno.			●
Zoneamento acústico dos ambientes internos para que a diversidade de atividades da edificação seja harmoniosa.		●	
Isolamento acústico da edificação como um todo e de seus ambientes internos e a qualidade acústica dos ambientes de acordo com seus usos.		●	
Utilização de coberturas verdes, fachadas e muros refletores e barreiras acústicas.		●	
Soluções que respeitam os parâmetros estabelecidos pela normatização vigente e por profissionais especializados em relação ao conforto acústico.		●	
Iluminação (natural e artificial) adequada aos usos.		●	
Implantação que valoriza as visadas privilegiadas existentes e considera a iluminação natural e as condições climáticas e de orientação solar.	●		
Soluções que proporcionam o controle de iluminação natural em ambientes sensíveis ao ofuscamento.			●
Soluções que criam vistas agradáveis e privilegiam visadas do ambiente externo.	●		
Soluções que evitam a poluição luminosa noturna.			●
Soluções que consideram a qualidade do ar e privilegiam a ventilação natural.	●		
Soluções que garantem ventilação natural, taxas de renovação do ar, insuflamento e exaustão de ar satisfatórios.	●		
Soluções que controlem fontes de odores desagradáveis ou diminuam seus efeitos.			●
Especificação de materiais que tenham o mínimo possível de odores desagradável e o máximo de facilidade de limpeza.			●
Espaços que ofereçam facilidade de manutenção dos sistemas de ventilação, exaustão e ar-condicionado.	●		
Espaços alternativos para as atividades de tabagismo de modo a evitá-las em ambientes internos, principalmente naqueles que dependem de ventilação e climatização artificial.			●
Previsão de elementos e sistemas em coberturas para coletar, armazenar e aproveitar a água da chuva.	●		
Previsão de elementos e sistemas para coletar, armazenar e aproveitar a água drenada de sistemas de ar-condicionado.			●
Previsão de elementos e sistemas para coletar, armazenar e reutilizar águas cinzas e negras.	●		

	Previsão de sistema de irrigação da vegetação eficiente.		●	
	Especificação de produtos economizadores, como torneiras de fechamento automático e bacias sanitárias com caixa acoplada e duas opções de acionamento.	●		
	Soluções que privilegiam a utilização de iluminação e climatização naturais.	●		
	Previsão de utilização de sistemas de iluminação e climatização artificiais eficientes, com baixo consumo.			●
	Especificação de equipamentos elétricos eficientes, que consumam menos energia e tenham baixa emissividade de calor.			●
	Previsão de etiquetagem ENCE do PBE Edifica.			●
	Previsão de utilização de sistema de aquecimento solar para água.	●		
	Previsão de utilização de sistema de energia alternativa, como a energia solar.	●		
	Especificação de materiais resistentes, duráveis, adequados ao uso, que ofereçam facilidade de reposição e que exijam pouca manutenção.	●		
	Especificação de materiais que favoreçam a flexibilidade, como painéis de drywall para vedações.	●		
	Especificação de materiais de fontes sustentáveis ou que aproveitem materiais reciclados em sua composição.		●	
	Especificação de materiais e sistemas construtivos que necessitem de produtos de baixo impacto ambiental em suas atividades de limpeza e manutenção.		●	
FASE DE MANUTENÇÃO	Soluções que garantam a facilidade de adequação e modernização dos ambientes em função de necessidades futuras.	●		
	Soluções racionalizadas em modulações, prumadas e segregações de áreas técnicas, de permanência prolongada e de permanência transitória.	●		
	Soluções adequadas aos usos e especificação de materiais e sistemas construtivos resistentes e duráveis para retardar a necessidade de manutenção.		●	
	Especificação de materiais e sistemas construtivos industrializados, que geram menos resíduos nas obras e são mais flexíveis, fáceis de serem montados e desmontados.	●		
	Especificação de materiais de fontes sustentáveis ou que aproveitem materiais reciclados em sua composição.		●	
	Previsão de manual de utilização da edificação com explicações objetivas e de fácil entendimento sobre como deve ser o funcionamento e a manutenção de seus sistemas.			●
	Apresentação de frequência de reposição, da garantia técnica e do nível de desempenho técnico pretendido na instalação dos materiais e sistemas construtivos especificados.			●
FASE DE DEMOLIÇÃO	Especificação de materiais e sistemas construtivos que ofereçam facilidade de desmontagem e que tenham potencial para a reciclagem e o reaproveitamento.	●		
	Especificação de sistemas construtivos industrializados, que geram menos resíduos nas obras e são mais fáceis de serem montados e desmontados.	●		

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas da gestão administrativa das universidades impactam na produção dos espaços físicos das universidades públicas e, conseqüentemente, impõe uma barreira na busca pela sustentabilidade do ambiente construído. A falta de planejamento dessas instituições interfere diretamente na produção arquitetônica. Por isso, não é possível refletir sobre as melhorias que devem ser realizadas nos escritórios técnicos das universidades públicas sem considerar os problemas de gestão. O projeto arquitetônico é determinante para a produção sustentável das edificações, da cidade e de equipamentos como os câmpus universitários. No contexto da crescente valorização da construção sustentável, o grande nível de exigência do projeto arquitetônico o torna complexo, exigindo a utilização de novas ferramentas tecnológicas e capacitação profissional.

O projeto arquitetônico do Quarteirão 10 segue os princípios mais importantes do estado da arte da construção sustentável e serve de referência para a concepção de outros empreendimentos. Porém, ainda será necessária a elaboração dos projetos executivos, que deverão considerar diretrizes que ainda não foram previstas no nível de anteprojeto. Entre essas diretrizes estão: a previsão de organização do canteiro de obras e a implantação de um gerenciamento de projetos eficiente. O DPP deve se adequar para implantar novos procedimentos, sistemas e ferramentas. Um dos novos procedimentos que deverão ser implantados é a preparação do projeto para a obtenção da certificação ENCE, exigência do Governo Federal, que impactará nos cronogramas e nos processos do Departamento.

Atualmente, o DPP enfrenta grandes problemas administrativos e ainda não conseguiu absorver os trabalhos de planejamento físico que eram desenvolvidos pelo extinto DPF de 2014. A falta de planejamento físico na Universidade pode gerar graves problemas em um futuro próximo. É possível dizer que há um equívoco na estruturação da Administração Central em relação ao DPP. O Departamento não deveria estar vinculado à PRA e sim à PROPLAN, como era de tradição. O próprio Plano Diretor do Campus da Pampulha (Resolução Nº 08/2009) determina isso. Provavelmente, os principais motivos dessa determinação são a proximidade direta do planejamento físico com o planejamento geral da instituição e a tensão saudável que deve existir entre o projeto e a obra.

Quando o projeto e a obra estão sob a responsabilidade de um mesmo agente (que, no caso atual da UFMG, é a PRA), há um empobrecimento de propostas e tomadas de decisões. Quando o projeto e a obra estão sob a responsabilidade de agentes distintos, existe mais chance haver debates sobre soluções, em um esquema de mútua fiscalização, onde os profissionais do projeto conseguem propor soluções diferentes e os profissionais da obra criticam as propostas até chegarem em um meio termo satisfatório para a instituição (e

vice-versa). Esse debate é vantajoso para a Universidade em relação à sustentabilidade do ambiente construído. Um projeto arquitetônico de sucesso como o do Quarteirão 10 dificilmente será elaborado nesse contexto. O DPP precisa retomar o protagonismo tradicional do planejamento físico dos câmpus da UFMG. Os trabalhos que foram realizados pelo planejamento físico da UFMG em vários períodos da história da instituição são referência nacional e internacional.

Vale a pena destacar algumas soluções adotadas pelas equipes técnicas da UFMG que estão relacionadas à busca pela sustentabilidade do ambiente construído e podem fazer parte de outros estudos. Desde o início de sua história, mesmo antes da disseminação da consciência ambiental, os espaços físicos da UFMG foram desenvolvidos com o objetivo de garantir adequação e eficiência. Suas primeiras famílias de edificações possuem sistemas ambientais que foram pensados com o intuito de oferecer, principalmente, flexibilidade através da racionalização das construções. O sistema ambiental da família de edificações seguinte (a partir dos anos 2000), além da flexibilidade racionalizada, também objetivou a otimização dos espaços do Campus da Pampulha e, através do posicionamento das edificações de acordo com a orientação solar, conforto ambiental e eficiência energética (MACIEL; MALARD, 2013). As novas edificações, como as do Quarteirão 10, estão sendo projetadas com o objetivo de minimizar ao máximo os impactos ambientais provenientes da construção civil em todas as fases do ciclo de vida das edificações.

Entre os principais projetos e planos da produção recente que podem ser citados estão: a criação dos estacionamentos periféricos, que terão o efeito de reduzir o trânsito de veículos no interior do campus; a requalificação das vias com a criação de ciclovias e ciclofaixas e a adequação à acessibilidade; a nova edificação da Faculdade de Direito (FAD) e o plano de reocupação da atual; e o Laboratório de Resíduos do complexo do Centro de Referência em Baixa Emissão de Carbono (UFMG, 2013a).

A criação do Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus da Pampulha (Resolução Nº 08/2009) foi um dos maiores avanços da UFMG em relação ao planejamento físico sustentável, mas necessita de revisão para complementação com novas diretrizes para consolidar padrões e estabelecer soluções construtivas sustentáveis. A criação do Departamento de Gestão Ambiental (DGA) também deve ser citada como um dos avanços da UFMG em relação ao desenvolvimento sustentável, assim como a criação e oferecimento de cursos, como o de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído, que contribuem com a disseminação do conhecimento, a consolidação da consciência ambiental e o avanço tecnológico na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECWEB. *Os verdadeiros impactos da construção civil*. Portal AECWEB. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/n/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2206>

Acesso em: 27 fev. 2017.

AGUILAR, Maria Teresa Paulino; GARCIA, Danielly Borges; RODRIGUES, Francisco Carlos. *Avaliação de ciclo de vida de um elemento estrutural: pilar em aço x pilar em concreto armado*. II Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços. Florianópolis: UFSC, 2010.

ARGUIN, Gérard. *O planejamento estratégico no meio universitário*. Estudos e Debates - CRUB, Brasília, n. 16, 1988 *apud* SILVA, Eliane Garcia da. *A gestão da infraestrutura física das universidades no contexto do planejamento estratégico: estudo de caso em uma instituição universitária goiana*. 2003. 113f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). *Guia sustentabilidade na arquitetura: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes*. São Paulo: Prata Design, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9284: Equipamento urbano: classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 14040: Gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura*. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

BACHA, Maria de Lourdes; SANTOS, Jorgina; SCHAUN, Angela. *Considerações teóricas sobre o conceito de sustentabilidade*. VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende: 2010

BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes; HORI, Clara Yoshiko; JULIOTI, Plínio Sivio; SANTOS, Maria Fernanda Nóbrega dos. *Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil*. Revista GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas. Bauru: UNESP, 2011.

BORTOLIN, Rafaela. *Reuni chega ao fim sem ter cumprido metas importantes*. Portal Gazeta do Povo. Gazeta do Povo: 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/reuni-chega-ao-fim-sem-ter-cumprido-metas-importantes-aclfmf8dk2tuluau6udk9xqko>> Acesso em: 28 ago. 2016.

BRANCO, Alípio Pires Castello. *A arquitetura do sistema básico da UFMG*. In: MACIEL, Carlos Alberto Batista; MALARD, Maria Lúcia (org.). *Territórios da universidade - permanências e transformações*. Belo Horizonte: UFMG, 2013. p. 61-78.

BRANDÃO, Rodrigo Barros Correia, CAMARGO, Felipe Vieira; GERBER, Juliano Zaffalon; LIMA, Geovana Pires Araujo; RAMOS, Carina de Souza. *Planejamento e gestão do layout: estudo de caso na biblioteca da universidade estadual de santa cruz*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza: ENEGEP, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_221_28151.pdf> Acesso em: 19 ago. 2016.

BRANDLI, Luciana Londero; TAUCHEN, Joel. *A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário*. Gestão & Produção, v. 13, n. 3. São Carlos: UFSCar, 2006. p. 503-515.

BRASIL. *Lei Nº. 6.766 de 1979*. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm> Acesso em: 15 jun. 2015.

BRASIL. *Lei Nº. 8.666 de 1993*. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm> Acesso em: 29 ago. 2016.

BRETAS, Eneida Silveira. *O processo de projetos de edificações em instituições públicas: proposta de um modelo simplificado de coordenação*. 2010. 134f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BUFFA, Ester; PINTO, Gelson de Almeida. *Arquitetura, urbanismo e educação: campi universitários brasileiros*. Anais do VI Congresso Luso-Brasileiro de História da Educação. Uberlândia: UFU, 2006. Disponível em: <<http://www2.faced.ufu.br/colubhe06/anais/principal.htm#>> Acesso em: 15 jul. 2016.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Guia de sustentabilidade na construção*. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. *Qualidade e sustentabilidade do ambiente construído: legislação, gestão pública e projetos*. Brasília: Edições Câmara, 2014.

CANELAS, André. *A evolução do conceito de desenvolvimento sustentável e suas interações com as políticas econômica, energética e ambiental*. Anais do III Congresso Brasileiro de P&D em Gás e Petróleo. Natal: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, 2004.

CARDOSO, Francisco Ferreira; DEGANI, Clarice Menezes. *A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico*. In: NUTAU 2002 - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. São Paulo: USP, 2002.

CARMO, Ana Paula A. Generoso. *Planejamento estratégico participativo: análise de sua implantação em uma instituição de ensino privado frente a um ambiente de mudanças contínuas*. 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999 *apud* SILVA, Eliane Garcia da. *A gestão da infraestrutura física das universidades no contexto do planejamento estratégico: estudo de caso em uma instituição universitária goiana*. 2003. 113f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES; ELETROBRAS; INMETRO; PROCEL. *Manual para etiquetagem de edificações públicas*. Brasil, 2014.

CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT (CIB). *Agenda 21 on sustainable construction for developing countries – a discussion document*. CIB & UNEP-ITEC, 2002. 83 p. ISBN 0-7988-5540-1 *apud* TAVARES, Sergio Fernando. *Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras*. 2006. 224f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

COLTRO, Leda. *Avaliação do ciclo de vida - ACV*. In: COLTRO, Leda (org.). *Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão*. Campinas: CETEA/ITAL, 2007.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso futuro comum*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.

D'AGOSTINI, Mariana; FINOTTI, Alexandra Rodrigues. *Identificação de melhorias ambientais através da aplicação da ferramenta de análise de ciclo de vida*. II Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços. Florianópolis: UFSC, 2010.

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO E PROJETOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (DPFP-UFMG). *Projeto Arquitetônico - Quarteirão X*. Belo Horizonte: DPFP-UFMG, 2013. (Acervo Documental DPP/UFMG)

DINIZ, Clélio Campolina. *Apresentação*. In: MACIEL, Carlos Alberto Batista; MALARD, Maria Lúcia (org.). *Territórios da universidade - permanências e transformações*. Belo Horizonte: UFMG, 2013. p. 11-12.

ESTADO DE MINAS. *UFMG é uma das 400 melhores universidades do mundo*. Portal Estado de Minas. Belo Horizonte: Estado de Minas, 2016. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/08/24/interna_gerais,797103/ufmg-e-uma-das-400-melhores-universidades-do-mundo.shtml> Acesso em: 27 fev. 2017.

ESTEVES, Juliana Cardoso. *Planejamento e gestão do ambiente construído em universidades públicas*. 2013. 159f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

ESTEVES, Juliana Cardoso; FALCOSKI, Luis Antônio Nigro. *Gestão de projetos em universidades públicas: estudos de caso*. In: II Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, p.67-87. São Paulo: USP, 2011.

ESTEVES, Juliana Cardoso; FALCOSKI, Luis Antônio Nigro. *Gestão do processo de projetos em universidades públicas: estudos de caso*. Gestão de Tecnologias de Projetos. p.538-547. São Paulo: USP, 2013.

FABRICIO, Márcio Minto. *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. 2002. 349f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRICIO, Márcio Minto; MELHADO, Silvio Burrattino. *O projeto na arquitetura e engenharia civil e a atuação em equipes multidisciplinares*. Revista Tópos, v. 1, n. 2. Presidente Prudente: UNESP, 2007. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/topos/article/view/2195>> Acesso em: 15 set. 2016.

FERNANDES, Francisco das Chagas de Mariz. *Gestão dos institutos federais: o desafio do centenário da rede federal de educação profissional e tecnológica*. Holos, Ano 25, Vol. 2. Rio Grande do Norte: IFRN, 2009.

FOLHA DE SÃO PAULO. *Ranking universitário folha 2016*. Portal Folha de São Paulo. São Paulo: Folha de São Paulo, 2016. Disponível em:
<<http://ruf.folha.uol.com.br/2016/ranking-de-universidades/>> Acesso em: 27 fev. 2017.

FIALHO, Beatriz Campos. *Da cidade universitária ao Campus da Pampulha da UFMG: arquitetura e urbanismo como materialização do ideário educacional (1943-1975)*. 2012. 352f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GERBER, Juliano Zaffalon; NUNES, Luane Alcântara; SATOS, Calos César Rodrigues, SOUZA, Rafael José Santana. *Planejamento e gestão do arranjo físico: estudo de caso em um hospital veterinário*. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão (ISSN 1984-9354) & II INOVARSE. Rio de Janeiro: CENG, 2015. Disponível em:
<<http://www.inovarse.org/filebrowser/download/8224>> Acesso em: 19 ago. 2016.

GONTIJO, Beatriz Fernandez. *Gestão de projetos em empresas de arquitetura de pequeno porte*. Revista Techoje, Portal IETEC. Disponível em:
<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/652> Acesso em: 25 set. 2016.

GOUDARD, B.; MORAES, F. A.; OLIVEIRA, R. *Reflexões sobre a cidade, seus equipamentos urbanos e a influência destes na qualidade de vida da população*. Revista Internacional Interdisciplinar INTHERthesis, v. 5, n. 2. Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas. Santa Catarina: UFSC, 2008.

GUIDUGLI FILHO, R. R.; ANDERY, P. R. P. *Sistema de garantia da qualidade em obras públicas habitacionais: um modelo para gestão de contratos*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002, Curitiba. Anais... ABEPRO, 2002 *apud* ESTEVES, Juliana Cardoso; FALCOSKI, Luis Antônio Nigro. *Gestão do processo de projetos em universidades públicas: estudos de caso*. Gestão de Tecnologias de Projetos. p.538-547. São Paulo: USP, 2013.

HART, Mike; MCALLISTER, Rod. *Universidades*. In: BUXTON, Pâmela (org.); SALVATERRA, Alexandre (tradução). *Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto*. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

HEYWOOD, Huw; SALVATERRA, Alexandre (tradução). *101 regras para uma arquitetura de baixo consumo energético*. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

INSTITUTO MILLENIUM. *A Falta de Planejamento é um Problema Cultural no Brasil*. Portal do Instituto Millenium, 2013. Disponível em: <<http://www.institutomillenium.org.br/divulgacao/entrevistas/a-falta-de-planejamento-um-problema-cultural-brasil/>> Acesso em: 12 mar. 2017.

MACIEL, Carlos Alberto Batista. *Arquitetura como infraestrutura*. 2015. 378f. Tese (Doutorado) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MACIEL, Carlos Alberto Batista. *O sistema básico da UFMG e seus precedentes: infraestrutura, crescimento, superação da função e construção da paisagem*. Publicado para o 9º Seminário Docomomo. Brasil, 2011.

MACIEL, Carlos Alberto Batista; MALARD, Maria Lúcia. *Territórios da universidade - permanências e transformações*. Belo Horizonte: UFMG, 2013.

MARQUES, José Soares da Silva. *O planejamento físico da UFMG - Histórico*. Belo Horizonte: UFMG, 1997. (Acervo Documental DPP/UFMG)

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. *Verbetes IFES (Instituições Federais de Ensino Superior)*. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/ifes-instituicoes-federais-de-ensino-superior/>> Acessado em: 19 ago. 2016.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2000. p. 82.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *O que é o Reuni*. Portal do MEC, 2010. Disponível em: <<http://reuni.mec.gov.br/o-que-e-o-reuni>> Acesso em: 15 jul. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Construção sustentável*. Portal do MMA, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>> Acesso em: 27 fev. 2017.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. *Instrução Normativa Nº 1, de 19 de janeiro de 2010*. Brasil: Governo Eletrônico, 2010. Disponível em: <<https://www.governoeletronico.gov.br>> Acesso em: 27 fev. 2017

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. *Instrução Normativa MPOG/SLTI Nº 2, de 4 de junho de 2014*. Brasil: Diário Oficial da União, 2014. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/38/MPOG/2014/2.htm>> Acesso em: 15 jun. 2015.

NEUFERT, Ernst; FRANCO, Benelisa (tradução). *Arte de projetar arquitetura*. 18ª ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas*. 14 ed. São Paulo: Atlas, 1999 *apud* SILVA, Eliane Garcia da. *A gestão da infraestrutura física das universidades no contexto do planejamento estratégico: estudo de caso em uma instituição universitária goiana*. 2003. 113f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

OLIVEIRA, José Júnior Lima Alves de; VERÍSSIMO, Paulo César Barroso. *Gestão de projetos: elaboração e gerenciamento*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2015.

OLIVEIRA, Liliane Torres de; SILVA, Ricardo Siloto da. *Novos campi públicos brasileiros e a sustentabilidade ambiental*. In: 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável de 2010. Portugal, Faro: Anais PLURIS, 2010.

PBE EDIFICA. *Como obter a etiqueta*. Portal PBE Edifica. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/como-obter>> Acesso em: 15 jun. 2015.

PBE EDIFICA. *O que é a etiqueta pbe edifica?* Portal PBE Edifica. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>> Acesso em: 15 jun. 2015.

PELLEGRINI, Marcelo. *Reuni e falta de diálogo com o governo são os principais motivos da greve das universidades federais*. Portal Carta Capital. Carta Capital: 2012. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/sociedade/reuni-e-falta-de-dialogo-com-o-governo-sao-os-principais-motivos-da-greve-das-universidades-federais>> Acesso em: 28 ago. 2016.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). *O que é PMI?* Portal PMI. Disponível em: <<https://brasil.pmi.org/brazil/AboutUS/WhatisPMI.aspx>> Acesso em: 15 set. 2016

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*, ed. 5, p. 3-6. Newtown Square: PMI, 2013.

RATTNER, Henrique. *Sustentabilidade – uma visão humanista*. Ambiente & Sociedade. ANPPAS, 1999. Ano II – Nº 5 p. 233-240. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/n5/n5a20.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2016

REUNI-UFMG. *Universidade Federal de Minas Gerais: Reuni*. Belo Horizonte: UFMG, 2009. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/reuni/>> Acesso em: 28 ago. 2016.

SILVA, Eliane Garcia da. *A gestão da infraestrutura física das universidades no contexto do planejamento estratégico: estudo de caso em uma instituição universitária goiana*. 2003. 113f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SIQUEIRA, Renata Alves. *Planejamento da ocupação territorial*. In: MACIEL, Carlos Alberto Batista; MALARD, Maria Lúcia (org.). *Territórios da universidade - permanências e transformações*. Belo Horizonte: UFMG, 2013. p. 213-235.

SOARES, Eduardo Fajardo. *Campus 2000, uma análise necessária*. Portal UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/boletim/bol1434/segunda.shtml>> Acesso em: 27 fev. 2017.

SOUZA, Daniel Luiz de. *Planejamento estratégico em organizações públicas*. Planejamento de longo prazo em organizações públicas com a utilização do balanced scorecard e de cenários prospectivos. 2010. 72f. Monografia (Especialização) - Universidade Gama Filho, Brasília, 2010.

TAVARES, Sergio Fernando. *Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras*. 2006. 224f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *Campus Pampulha. Requalificação e Expansão da Infraestrutura*. Belo Horizonte: UFMG, 2013a. (Acervo Documental DPP/UFMG)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *Comunidade da Escola de Arquitetura Decide pela Transferência para o Campus Pampulha*. Belo Horizonte: UFMG, 2013b. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/028015.shtml>> Acesso em: 27 fev. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *DPFO ganha nova sede*. Portal UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/001142.shtml>> Acesso em: 27 fev. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *Museu*. Portal UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2017. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/mhnpj/museu/>> Acesso em: 27 fev. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *Portaria Nº 5.846, de 24 de agosto de 2016*. Nomeia o Diretor do Departamento de Planejamento e Projetos da Pró-Reitoria de Administração. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 de agosto de 2016. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/123992538/dou-secao-2-29-08-2016-pg-24?ref=previous_button> Acesso em: 2 set. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *Resolução Nº 12/1995, de 14 de janeiro de 1995*. Belo Horizonte: UFMG, 1995. (Acervo Documental DPP/UFMG)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *Resolução Nº 08/2009, de 16 de junho de 2009*. Portal UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2009. Disponível em: <https://www.ufmg.br/proplan_site_antigo/plano_diretor/plano_diretor_ufmg.html> Acesso em: 27 fev. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). *UFMG é destaque em rankings que medem o desempenho das universidades*. Portal UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2015. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/036878.shtml>> Acesso em: 18 ago. 2016.

UYEDA JUNIOR, Massami. *Problemas têm origem em comum: 'falta de planejamento'*, diz advogado que trabalha com infraestrutura. Entrevistador: SORIMA NETO, João. Portal do Jornal O Globo, 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/infraestrutura/problemas-tem-origem-em-comum-falta-de-planejamento-diz-advogado-que-trabalha-com-infraestrutura-16152571>> Acesso em: 12 mar. 2017.

VIGGIANO, Mário Hermes Stanziona. *Edifícios públicos sustentáveis*. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2010.

ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO ARQUITETÔNICO DO QUARTEIRÃO 10

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO ARQUITETÔNICO DO QUARTEIRÃO X⁶ FEVEREIRO DE 2013 DPFP-UFMG

O Quarteirão X do Campus Pampulha destina-se à implantação de infraestruturas laboratoriais integrando o complexo da Escola de Engenharia, em complementação às instalações ali existentes.

Sua concepção arquitetônica objetiva responder à necessidade por alto desempenho ambiental das edificações, nos diversos aspectos relacionados à sustentabilidade, reforçando a vocação do complexo como Centro de Referência em Baixa Emissão de Carbono.

CONCEITOS FUNDADORES

A organização territorial e a lógica construtiva propostas se fundamentam nos seguintes princípios:

1. A necessidade de planejamento global do território, considerando a sua implementação em etapas, que se dará tanto na construção de blocos edificados e infraestruturas ao ar livre, ao longo do tempo, como também no crescimento vertical de blocos parcialmente construídos, até o limite altimétrico previsto pelo Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus Pampulha. Tendo em vista que o investimento e as diversas atividades já planejadas e outras ainda não consolidadas ocorrerão em momentos diversos e imprevisíveis, a sequência construtiva obedecerá a definição de prioridades da Congregação da Unidade, e a real disponibilidade de recursos.

2. A máxima flexibilidade, devido à necessidade de acomodação dos mais diversos usos em um mesmo sistema ambiental, desde aqueles já conhecidos a eventuais demandas especiais – particularmente por se tratar, em grande parte, de instalações laboratoriais. Para tanto, a lógica modular associada à diferenciação de núcleos de infraestrutura, associada à

⁶ Transcrição do memorial descritivo original do projeto arquitetônico do Quarteirão X.

exteriorização de todos os elementos construtivos principais, tanto estruturas como ramais de infraestrutura, favorece a implantação de equipamentos e instalações especiais de modo generalizado, por bloco, ou específico, por pavimento ou laboratório, com o mínimo impacto nas ocupações adjacentes.

3. A maximização do desempenho ambiental do conjunto, não apenas pelo pleno atendimento da Instrução Normativa n. 1 do Ministério do Orçamento Planejamento e Gestão, de 19 de janeiro de 2010, que define procedimentos relacionados à sustentabilidade para o projeto e a construção de edificações públicas federais, mas principalmente como parte integrante do conceito geral do Quarteirão, em que os princípios relativos à sustentabilidade comandam as decisões de projeto, obra e gestão do território e objetivam se tornarem ferramentas poderosas para o ensino, a pesquisa e a extensão.

PLANEJAMENTO GLOBAL DA OCUPAÇÃO: SISTEMA AMBIENTAL

O Sistema Ambiental proposto apresenta um conjunto de pavilhões com até 6 pavimentos, com suas fachadas mais extensas voltadas para as orientações Norte e Sul, como determina o Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus Pampulha. Estes pavilhões se implantam sobre a topografia existente com o mínimo de intervenção, minimizando impactos decorrentes de movimentação de terra, reduzindo o trabalho de contenções, acelerando e reduzindo custos de implantação. Ao se implantarem, geram um pavimento térreo de altura variada, que permite localizar laboratórios que exijam maior sobrecarga e/ou carga e descarga de elementos de grandes dimensões. Nos trechos em que a estrutura encontra os planos inclinados da variação topográfica, a ocupação do térreo é interrompida para assegurar a continuidade dos taludes ajardinados, que passam sob a sombra das edificações e constituem um percurso qualificado para o pedestre, conformando espaços de uso tanto à sombra como nos intervalos ajardinados entre blocos.

A fim de melhorar o desempenho ambiental dos espaços e reduzir a necessidade de climatização artificial, prevê-se a concentração das atividades de permanência na fachada Sul, deixando as circulações na face Norte, a funcionar como um intervalo avarandado para climatização ao permitir inclusive a ventilação cruzada. Contudo, em eventuais situações que demandem divisões apenas como gabinetes individuais ao longo de um pavimento, admite-se a circulação central. Neste caso, o pavimento deverá ser protegido por um brise diferenciado na fachada norte, a fim de assegurar a necessária proteção à incidência solar aos espaços que se voltarem para esta face. Será ainda necessário compatibilizar os acessos dos núcleos de infraestrutura a partir da modulação geral do pavilhão. Considera-

se, contudo, que gabinetes de professores devam concentrar-se preferencialmente nas atuais instalações da Escola de Engenharia, evitando-se o fracionamento dos espaços destinados ao corpo docente da Unidade.

Aos pavilhões de construção racionalizada se conectam núcleos infraestruturais que organizam circulações verticais, sanitários e salas técnicas, de modo a concentrar e distribuir as instalações por pavimento. Completam o sistema passarelas leves que conectarão os blocos, reservatórios industrializados para água de reuso, e uma pequena edificação de recepção, acolhimento e controle geral do monitoramento do desempenho ambiental do conjunto de edificações e equipamentos do Quarteirão.

A implantação geral do Quarteirão X se organiza ao redor de um bambuzal existente, de modo a reservar as áreas menos visíveis e mais isoladas em relação às demais edificações, existentes e projetadas, para as bacias e tanques vinculados às atividades do DESA, guardando para as edificações maior continuidade em relação às edificações já construídas na porção Sudoeste do quarteirão, onde se encontra o Laboratório do Túnel de Vento. Junto à rua, acessos para estacionamentos de veículos se organizam, aproveitando faixas de afastamento obrigatório, que deverão ser fartamente arborizados para ampliar o conforto térmico dessas áreas e sombrear as fachadas oeste das edificações. Na face oposta, junto ao cinturão verde de 30 metros, definido com área não edificável pelo Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus Pampulha, localiza-se uma via de acesso para serviço e carga e descarga, com acessos específicos a cada bloco, de modo a reduzir os impactos de circulação de veículos de carga no interior do Campus.

Por último, mas não menos importante, uma edificação de pequeno porte concentra o acesso principal, acolhimento de público, café/lanchonete e central de controle e monitoramento do Quarteirão. Essa edificação se implanta em frente ao bambuzal, aproveitando de seu potencial paisagístico, e integra-se à arborização existente através de uma ampla varanda que se localiza no eixo de entrada, que por sua vez dá continuidade ao eixo visual da Rua Samuel Caetano Jr, principal acesso ao conjunto desde as demais unidades do Campus.

SISTEMA CONSTRUTIVO: IMPLANTAÇÃO EM ETAPAS, CRESCIMENTO, INDETERMINAÇÃO DE USOS

Dada a necessidade de previsão de implantação fracionada no tempo, em que o investimento viabilizado em um dada etapa nem sempre equivale à construção integral de

um bloco de seis pavimentos, o sistema considera tanto a construção de blocos, como o crescimento vertical dos blocos. Para reduzir o impacto decorrente do crescimento vertical nos usos já instalados na edificação, o projeto adota as seguintes medidas:

- A obrigatória construção, na primeira fase, do total de pavimentos do núcleo de infraestruturas, de modo a implantar reservatórios, escadas e elevador(es) definitivos, deixando as instalações e acabamentos dos pavimentos para execução no momento da construção dos pavimentos subsequentes. Essa estratégia já foi adotada anteriormente nos sistemas ambientais do ICB e da Escola e Hospital Veterinário, em que as caixas de escada foram construídas com 4 pavimentos mesmo em blocos de menor altura, orientando sua ampliação. Embora gere um custo adicional na primeira etapa de obra, reduz perdas, desperdícios e duplicação de custos no momento da realização das etapas subsequentes de construção.
- Locação dos pilares dos pavilhões principais externamente ao vigamento de bordo do pavimento, de modo a permitir a montagem de um segmento adicional de pilar sem interferir na estrutura do pavimento em uso, inclusive na sua cobertura, projetada para ser desmontada e remontada sobre o pavimento adicionado após a montagem da instalação de drenagem, também localizada externamente ao perímetro do pavimento.
- Além da drenagem, prevê-se que todas as instalações sejam localizadas externamente ao perímetro do pavimento, sendo as alimentações por pavimento, a partir dos núcleos de infraestrutura. Já as saídas, esgotamentos e exaustões deverão ser feitas pela fachada sul, sempre lateralmente e nunca perfurando lajes e coberturas, de modo a evitar interferências em espaços já implantados em pavimentos contíguos. Para viabilizar as mais diversas demandas de instalação, prevê-se a construção de varandas técnicas ao longo de toda a fachada sul, metálicas com piso em grade industrial, de modo a permitir acesso para montagem e manutenção das instalações. No caso de laboratórios que demandem abastecimento de água, este se realizará pela prumada do núcleo infraestrutural, derivando pelo teto da circulação e distribuindo para os laboratórios por meio de instalação tipo Pex, interna às divisões leves do tipo Drywall.
- Utilização de sistema construtivo totalmente industrializados, com a previsão de vigamento intermediário para a construção de lajes tipo Steeldeck, que dispensam cimbramento, permitindo portanto a montagem integral de uma nova laje sem o comprometimento do telhado implantado no pavimento inferior. Essa solução reduz ainda a

utilização de construção molhada, que se restringe à concretagem do laje, que será protegida pela própria chapa da estrutura, como ainda pela cobertura. Além da agilidade construtiva e da redução na geração de resíduos, o sistema elimina a necessidade de utilização de madeira no processo de construção.

Completam o sistema a previsão de vedações industrializadas, com fechamentos externos em vidro temperado nas fachadas sul; painéis pré-moldados em concreto com grande inércia térmica nas empenas leste e oeste, sem aberturas devido à péssima condição ambiental de tais orientações; guarda-corpos e brise em placa nas circulações voltadas para a face norte; telhas onduladas galvalume nos blocos de infraestrutura, de modo a reduzir problemas decorrentes de fissurações e infiltrações na alvenaria estrutural e ainda a garantir acabamento que reduza a demanda por manutenção com pintura; e telas de chapa expandida de alumínio nas passarelas de ligação.

A mesma preocupação em reduzir a demanda por manutenção orienta o acabamento dos reservatórios de água em aço patinável, oxidado, sem pintura, nas suas faces externas sujeitas a intempéries.

Todas as estruturas, pela necessidade de proteção a incêndio, devem receber pintura intumescente, cuja cor é branca.

FLEXIBILIDADE

A necessidade de que o sistema apresente flexibilidade no uso, na implantação das etapas e no crescimento dos blocos, em sequência não determinada, orientou a própria estratégia de implantação. Ao dispor os blocos entre uma via de serviços, ao fundo, e a rua, frontal, viabiliza-se a construção de qualquer bloco – ou segmento de bloco, ou pavimento(s) de blocos – a qualquer tempo e em qualquer sequência, assegurando acesso para equipamentos de grande porte para montagem industrial, seja das estruturas metálicas como de vedações e outros elementos industrializados. Além disso, a implantação garante a possibilidade de um acesso comum de carros e pessoas tanto para as edificações atualmente existentes quanto para as futuras ou, se desejável, permite a adoção de acessos independentes.

Os sistemas construtivos, bem como os padrões modulares adotados para as edificações garantem uma excelente condição de flexibilidade de arranjos internos futuros, já que as

áreas molhadas e de apoio são segregadas. Essa estratégia liberará a maior parte de cada um dos pavimentos para se organizar de diferentes formas no futuro, juntando ou subdividindo módulos e permitindo no projeto das fases subsequentes, quando necessário por algum requisito de uso ou pela instalação de algum equipamento de dimensões atípicas, a eliminação de trechos de lajes de pavimentos gerando laboratórios com dupla altura interna.

A flexibilidade é ainda viabilizada pela adoção de padrões de modulação construtiva e coordenação modular, o que reduz o desperdício de materiais, amplia a qualidade construtiva e acelera o processo de execução, aspectos essenciais para redução de impactos ambientais na construção civil. A modulação construtiva é um princípio geral de racionalidade dimensional nas definições de padrões de modulações e elementos construtivos. No sistema ambiental proposto esse princípio se materializou com a adoção de uma malha modular de 120x120cm de onde derivam todos os principais elementos da construção, dos componentes da estrutura do prédio aos painéis de vedação interna e externa, esquadrias, elementos de cobertura, piso e forros. A estrutura principal dos pavilhões, proposta em aço, adota as dimensões de fabricação dos perfis metálicos – 12m – para a definição do módulo estrutural – 6m x 12m – o que resulta em espaços com grande flexibilidade e com alto potencial de coordenação modular com os demais elementos construtivos do sistema. Nos núcleos de infraestrutura, por sua maior permanência, por um lado, e por sua grande atipicidade em termos de geometria, adota-se a estrutura em alvenaria estrutural, modulada a partir das dimensões do bloco de concreto, de modo a viabilizar sua implantação rápida e econômica. Reforça a possibilidade de transformação e crescimento a previsão de localização de áreas técnicas nas extremidades dos blocos ou entre blocos infraestruturais - casas de gases, castelo d'água, áreas de carga e descarga.

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A proposta se baseia na utilização de elementos e sistemas de construção industrializada (construção a seco). Com isso, além da redução do impacto ambiental gerado pelo consumo da água, são minimizados os efeitos negativos do sistema de esgotamento de obra, em que a água normalmente se associa a outros elementos como areia e cimento causando danos ambientais e prejuízos financeiros. Os sistemas de construção a seco garantem rapidez de montagem e um padrão de acabamento e uniformidade dimensional muito acima daqueles encontrados num canteiro de obras tradicional, baseado na construção artesanal. Isso se deve ao fato de os elementos construtivos já chegarem ao canteiro beneficiados, restando apenas serem montados por equipes especializadas, com mão de obra qualificada.

A adoção de um sistema estrutural metálico reforça o caráter de eficiência ambiental do edifício, já que esse sistema é capaz de atender melhor do que qualquer outro, às duas questões anteriores: padrão dimensional e industrialização da obra. No sistema de estruturas metálicas o padrão de medidas tem um altíssimo grau de precisão e por isso mesmo o sistema se apresenta como o mais eficiente se considerada a relação entre quantidade de material gasta e a realização de uma determinada tarefa estrutural. Além disso, é o sistema que melhor se relaciona com os demais elementos construtivos do sistema de construção industrializada além de não gerar o uso de água no canteiro, como o concreto armado. É ainda vantajoso quando confrontado com outros sistemas pelo fato de, numa eventual desmontagem do edifício, apresentar alto potencial de reciclagem, reduzindo a geração de resíduos.

Importante aspecto para garantir a qualidade ambiental do edifício são os elementos adotados para redução da absorção de radiação solar e consequente redução do consumo de energia elétrica com sistemas de condicionamento de ar. O conjunto desses elementos é conhecido com a “envoltória” do edifício e tem um peso muito alto em qualquer avaliação de desempenho térmico ou processo de certificação ambiental. Caberá à envoltória do prédio garantir sua inércia térmica, o que se traduz pela capacidade de, a um só tempo, retardar e minimizar trocas térmicas interior-exterior. Para proteção das janelas, ao longo das duas maiores fachadas foram criados painéis com elementos metálicos leves que funcionam como atenuadores de radiação solar direta. Nas fachadas norte, um brise plano linear e elevado amplia o sombreamento das circulações; nas fachadas sul, as varandas técnicas projetadas além da estrutura e do plano de vedação constituem elementos de sombreamento que permitem ainda a conformação de um plano exterior com cabos de aço e vegetação tipo trepadeira, constituindo uma envoltória verde para esta fachada, que é já o quadrante de menor incidência solar. Nas duas fachadas menores, com a pior incidência solar, foram minimizadas as aberturas e criadas paredes duplas com material isolante térmico interno, sendo a face externa em painéis industrializados em concreto armado. Na cobertura, a superfície da edificação que recebe maior carga térmica, foram previstos telhados com telha tipo “sanduíche” com material isolante termo-acústico interno. Além disso, as placas fotovoltaicas para geração de energia solar, previstas sobre todas as coberturas, cuja inclinação é favorável para sua instalação, formarão um plano solto do telhado, acima deste, o que atenuará a maior parte da radiação solar direta que ele receberá. A adoção de cores claras e superfícies metalizadas nos planos da edificação mais expostos ao sol contribuirá para redução da absorção de carga térmica por seu baixo grau de absorvância.

Uma condição para garantir boa iluminação natural com conseqüente redução no consumo de energia foi pensada através da adoção de duas estratégias de projeto. Em primeiro lugar a utilização de aberturas mais generosas nas faces das áreas de trabalho voltadas para Sul que, protegidas pelo plano solto de varandas técnicas e atenuadores solares, têm problemas de ofuscamento minimizados. Para os trechos das áreas de trabalho adjacentes à circulação avarandada, prevê-se a possibilidade, quando o uso não impedir, de executar o plano de vedação dos laboratórios com material translúcido e eventualmente com ventilação total – painéis em vidro temperado serigrafado ou com película jateada, veneziana industrial em PVC ou policarbonato, entre outros – de modo a reforçar a plena iluminação dos ambientes e ainda sua ventilação natural.

O projeto considera, como parte das pesquisas da Escola de Engenharia a serem implementadas no Quarteirão X, um sistema de geração de energia solar para abastecer todo o complexo, com objetivo de reduzir o consumo geral de energia elétrica do conjunto, além da implementação de medidas de racionalização do uso de energia elétrica.

As edificações contarão com um sistema de reuso de água. Toda a água de chuva e as águas cinza, provenientes de esgoto que apresentarem possibilidade de tratamento e reuso, deverão ser coletadas, tratadas e armazenadas para uso em fins não potáveis no exterior do prédio, jardins e estacionamentos e principalmente para serem reutilizadas nas descargas do edifício. Além disso, serão utilizados sistemas de torneiras com aerador e válvulas de descarga tipo “dual flush” para redução do consumo de água. O conjunto de medidas relativas à racionalização do uso de água, assim como as medidas de geração e racionalização de energia, integrarão as pesquisas da Escola de Engenharia nessa área.

Dada a relevância da experiência para o ensino, a pesquisa e a extensão em todas as áreas envolvidas, recomenda-se que os projetos complementares de cada uma das áreas sejam desenvolvidos com a coordenação dos respectivos departamentos da Escola de Engenharia, de modo a se constituírem em potenciais experimentos para o desenvolvimento e a consolidação de práticas de construção exemplares, não apenas no âmbito da Universidade, mas para toda a cadeia da construção civil no país.

RESUMO DE ÁREAS

Área construída por pavimento do módulo da plataforma seca: 508 m²

Área construída por pavimento do módulo núcleo de infra estrutura: 116 m²

Área construída por pavimento do módulo: 646 m²

Área útil pilots por módulo: 273 m²

Área útil salas por módulo: 406 m²

Área construída edificação 1 (um bloco de 5 pav.): 3.310 m²

Área construída edificação 2 (um bloco de 4 pav. + um bloco de 6 pav.): 6.620 m² Área

construída edificação 3 (um bloco de 5 pav. + um bloco de 6 pav.): 7.266 m²

Área construída Centro de Apoio e Visitação: 304 m²

Área construída passarelas: 522 m²

Área construída total: 18.022 m²

Área projeção do módulo da plataforma seca + núcleo de infra estrutura + coberturas: 726m²

Área projeção das passarelas: 51 m²

Área de projeção Centro de Apoio e Visitação: 304 m²

Projeção total no quarteirão: 4.036 m²

CRÉDITOS

REITOR

CLÉLIO CAMPOLINA DINIZ

VICE-REITORA

ROCKSANE DE CARVALHO NORTON

PRÓ-REITOR DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

PROF. JOÃO ANTÔNIO DE PAULA

PRÓ-REITOR ADJUNTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

PROF. MAURÍCIO JOSÉ CAMPOMORI

ESCOLA DE ENGENHARIA - EE

DIRETOR (EE)

PROF. BENJAMIM RODRIGUES DE MENEZES

VIDE-DIRETOR (EE)

PROF. ALESSANDRO FERNANDES MOREIRA

COMISSÃO QUARTEIRÃO X (EE)

PROF. CARLOS AUGUSTO DE LEMOS CHERNICHARO

PROF. RAPHAEL TOBIAS DE VASCONCELOS BARROS

PROF. FABIO G. JOTA

PROF. SELÊNIO ROCHA SILVA

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO E PROJETOS

DIRETORA ARQUITETA

RENATA SIQUEIRA

COORDENADOR GERAL DE PROJETOS ARQUITETO

PROF. CARLOS ALBERTO MACIEL

PROJETO ARQUITETÔNICO

ARQUITETO PROF. CARLOS ALBERTO MACIEL

ARQUITETO PEDRO MATTOS LODI

ARQUITETA RENATA SIQUEIRA

EQUIPE DPFP

ARQUITETO PROF. CARLOS ALBERTO MACIEL

ARQUITETO EDGARDO MOREIRA NETO

ARQUITETO LEANDRO DE SOUZA ONOFRE

ARQUITETO PEDRO MATTOS LODI

ARQUITETO GERALDO ÂNGELO SILVA

ARQUITETA RENATA SIQUEIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

AV. ANTÔNIO CARLOS, nº 6627 | CEP 31270-901

PAMPULHA | BELO HORIZONTE - MG

DPFP 31. 3409 6721

www.ufmg.br





PROJETO ARQUITETÔNICO | QUARTEIRÃO X | FEVEREIRO 2013 | DPFP-UFMG

PERSPECTIVA

03/29



PROJETO ARQUITETÔNICO | QUARTEIRÃO X | FEVEREIRO 2013 | DPFP-UFMG

PERSPECTIVA

04/29

O Quarteirão X do Campus Pampulha destina-se à implantação de infraestruturas laboratoriais integrando o complexo da Escola de Engenharia, em complementação às instalações ali existentes.

Sua concepção arquitetônica objetiva responder à necessidade por alto desempenho ambiental das edificações, nos diversos aspectos relacionados à sustentabilidade, reforçando a vocação do complexo como Centro de Referência em Baixa Emissão de Carbono.

CONCEITOS FUNDADORES

A organização territorial e a lógica construtiva propostas se fundamentam nos seguintes princípios:

1. A necessidade de planejamento global do território, considerando a sua implementação em etapas, que se dará tanto na construção de blocos edificados e infraestruturas ao ar livre, ao longo do tempo, como também no crescimento vertical de blocos parcialmente construídos, até o limite altimétrico previsto pelo Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus Pampulha. Tendo em vista que o investimento e as diversas atividades já planejadas e outras ainda não consolidadas ocorrerão em momentos diversos e imprevisíveis, a sequência construtiva obedecerá a definições de prioridades da Congregação da Unidade, e a real disponibilidade de recursos.
2. A máxima flexibilidade, devida à necessidade de acomodação dos mais diversos usos em um mesmo sistema ambiental, desde aqueles já conhecidos a eventuais demandas especiais – particularmente por se tratar, em grande parte, de instalações laboratoriais. Para tanto, a lógica modular associada à diferenciação de núcleos de infraestrutura, associada à exteriorização de todos os elementos construtivos principais, tanto estruturas como ramais de infraestrutura, favorece a implantação de equipamentos e instalações especiais de modo generalizado, por bloco, ou específico, por pavimento ou laboratório, com o mínimo impacto nas ocupações adjacentes.
3. A maximização do desempenho ambiental do conjunto, não apenas pelo pleno atendimento à Instrução Normativa n. 1 do Ministério do Orçamento, Planejamento e Gestão, de 19 de janeiro de 2010, que define procedimentos relacionados à sustentabilidade para o projeto e a construção de edificações públicas federais, mas principalmente como parte integrante do conceito geral do Quarteirão, em que os princípios relativos à sustentabilidade comandam as decisões de projeto, obra e gestão do território e objetivam se tornarem ferramentas poderosas para o ensino, a pesquisa e a extensão.

PLANEJAMENTO GLOBAL DA OCUPAÇÃO: SISTEMA AMBIENTAL

O Sistema Ambiental proposto apresenta um conjunto de pavilhões com até 6 pavimentos, com suas fachadas mais externas voltadas para as orientações Norte e Sul, como determina o Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus Pampulha. Estes pavilhões se implantam sobre a topografia existente com o mínimo de intervenção, minimizando impactos decorrentes de movimentação de terra, reduzindo o trabalho de contenções, acelerando e reduzindo custos de implantação. Ao se implantarem, geram um pavimento térreo de altura variada, que permite localizar laboratórios que exijam maior sobrecarga e/ou carga e descarga de elementos de grandes dimensões. Nos trechos em que a estrutura encontra os planos inclinados da variação topográfica, a ocupação do terreno é

interrompida para assegurar a continuidade dos taludes ajardinados, que passam sob a sombra das edificações e constituem um percurso qualificado para o pedestre, conformando espaços de uso tanto à sombra como nos intervalos ajardinados entre blocos.

A fim de melhorar o desempenho ambiental dos espaços e reduzir a necessidade de climatização artificial, prevê-se a concentração das atividades de permanência na fachada Sul, deixando as circulações na face Norte, a funcionar como um intervalo avarandado para climatização ao permitir inclusive a ventilação cruzada. Contudo, em eventuais situações que demandem divisões apenas como gabinetes individuais ao longo de um pavimento, admite-se a circulação central. Neste caso, o pavimento deverá ser protegido por um brise diferenciado na fachada norte, a fim de assegurar a necessária proteção à incidência solar aos espaços que se voltarem para esta face. Será ainda necessário compatibilizar os acessos dos núcleos de infraestrutura a partir da modulação geral do pavilhão. Considera-se, contudo, que gabinetes de professores devam concentrar-se preferencialmente nas atuais instalações da Escola de Engenharia, evitando-se o fracionamento dos espaços destinados ao corpo docente da Unidade.

Aos pavilhões de construção racionalizada se conectam núcleos infraestruturais que organizam circulações verticais, sanitários e áreas técnicas, de modo a concentrar e distribuir as instalações por pavimento. Completam o sistema passarelas leves que conectarão os blocos, reservatórios industrializados para água de reuso, e uma pequena edificação de recepção, acolhimento e controle geral do monitoramento do desempenho ambiental do conjunto de edificações e equipamentos do Quarteirão.

A implantação geral do Quarteirão X se organiza ao redor de um bambuzal existente, de modo a reservar as áreas menos viáveis e mais isoladas em relação às demais edificações, existentes e projetadas, para as bases e tanques vinculados às atividades do DESA, guardando para as edificações maior continuidade em relação às edificações já construídas na porção Sudoeste do quarteirão, onde se encontra o Laboratório do Túnel de Vento. Junto à rua, acessos para estacionamentos de veículos se organizam, aproveitando faixas de afastamento obrigatório, que deverão ser fortemente arborizadas para ampliar o conforto térmico dessas áreas e sombrear as fachadas oeste das edificações. Na face oposta, junto ao cinturão verde de 30 metros, definido com área não edificável pelo Regulamento de Uso e Ocupação do Solo do Campus Pampulha, localiza-se uma via de acesso para serviço e carga e descarga, com acessos específicos a cada bloco, de modo a reduzir os impactos de circulação de veículos de carga no interior do Campus.

Por último, mas não menos importante, uma edificação de pequeno porte concentra o acesso principal, acolhimento de público, café/lanchonete e central de controle e monitoramento do Quarteirão. Essa edificação se implanta em frente ao bambuzal, aproveitando de seu potencial paisagístico, e integra-se à arborização existente através de uma ampla varanda que se localiza no eixo de entrada, que por sua vez dá continuidade ao eixo visual da Rua Samuel Caetano Jr, principal acesso ao conjunto desde as demais unidades do Campus.

SISTEMA CONSTRUTIVO: IMPLANTAÇÃO EM ETAPAS, CRESCIMENTO, INDETERMINAÇÃO DE USOS

Dada a necessidade de previsão de implantação fracionada no tempo, em que o investimento viabilizado em um dada etapa nem sempre equivale à construção integral de um bloco de seis pavimentos, o sistema considera tanto a construção de

blocos, como o crescimento vertical dos blocos. Para reduzir o impacto decorrente do crescimento vertical nos usos já instalados na edificação, o projeto adota as seguintes medidas:

- obrigatória construção, na primeira fase, do total de pavimentos do núcleo de infraestruturas, de modo a implantar reservatórios, escadas e elevador(es) definitivos, deixando as instalações e acabamentos dos pavimentos para execução no momento da construção dos pavimentos subsequentes. Essa estratégia já foi adotada anteriormente nos sistemas ambientais do ICB e da Escola e Hospital Veterinário, em que as caixas de escada foram construídas com 4 pavimentos mesmo em blocos de menor altura, orientando sua ampliação. Embora gere um custo adicional na primeira etapa de obra, evita perdas, desperdícios e duplicação de custos no momento da realização das etapas subsequentes de construção.
- Locação dos pilares dos pavilhões principais externamente ao vigaamento de bordo do pavimento, de modo a permitir a montagem de um segmento adicional de pilar sem interferir na estrutura do pavimento em uso, inclusive na sua cobertura, projetada para ser desmontada e remontada sobre o pavimento adicionado após a instalação de drenagem, também localizada externamente ao perímetro do pavimento.
- Além da drenagem, prevê-se que todas as instalações sejam localizadas externamente ao perímetro do pavimento, sendo as alimentações por pavimento, a partir dos núcleos de infraestrutura. Já as saídas, esgotamentos e exaustões deverão ser feitas pela fachada sul, sempre lateralmente e nunca perfurando lajes e coberturas, de modo a evitar interferências em espaços já implantados em pavimentos contíguos. Para viabilizar as mais diversas demandas de instalação, prevê-se a construção de varandas técnicas ao longo de toda a fachada sul, metálicas com piso em grade industrial, de modo a permitir acesso para montagem e manutenção das instalações. No caso de laboratórios que demandem abastecimento de água, este se realizará pela grumada do núcleo infraestrutural, derivando pelo teto da circulação e distribuído para os laboratórios por meio de instalação tipo Pex, interna às divisões leves do tipo Drywall.
- Utilização de sistema construtivo totalmente industrializado, com a previsão de vigaamento intermediário para a construção de lajes tipo Steeldeck, que dispensam cimbramento, permitindo portanto a montagem integral de uma nova laje sem o comprometimento do telhado implantado no pavimento inferior. Essa solução reduz ainda a utilização de construção moldada, que se restringe à concretagem do laje, que será protegida pela própria chapa da estrutura, como ainda pela cobertura. Além da agilidade construtiva e da redução na geração de resíduos, o sistema elimina a necessidade de utilização de madeira no processo de construção.

Completam o sistema a previsão de vedações industrializadas, com fechamentos externos em vidro temperado nas fachadas sul; painéis pré-moldados em concreto com grande inércia térmica nas fachadas leste e oeste, sem aberturas devido à péssima condição ambiental de tais orientações; guarda-corpos e brise em blocos nas circulações voltadas para a face norte; telhas onduladas galvanizadas nos blocos de infraestrutura, de modo a reduzir perdas decorrentes de fissuras e infiltrações na alvenaria estrutural e ainda a garantir acabamento que reduza a demanda por manutenção com pintura; e telas de chapa expandida de alumínio nas passarelas de ligação.

A mesma preocupação em reduzir a demanda por manutenção orienta o acabamento dos reservatórios de água em aço patinável, oxidado, sem pintura, nas suas faces externas sujeitas a intempéries.

Todas as estruturas, pela necessidade de proteção à intemperie, devem receber pintura intumescente, cuja cor é branca.

FLEXIBILIDADE

A necessidade de que o sistema apresente flexibilidade no uso, na implantação das etapas e no crescimento dos blocos, em sequência não determinada, orienta a própria estratégia de implantação. Ao dispor os blocos entre uma via de serviços, ao fundo, e a rua, frontal, viabiliza-se a construção de qualquer bloco – ou segmento de bloco, ou pavimento(s) de blocos – a qualquer tempo e em qualquer sequência, assegurando acesso para equipamentos de grande porte para montagem industrial, seja das estruturas metálicas como de vedações e outros elementos industrializados. Além disso, a implantação garante a possibilidade de um acesso comum de carros e pessoas tanto para as edificações atualmente existentes quanto para as futuras ou, se desejável, permite a adoção de acessos independentes.

Os sistemas construtivos, bem como os padrões modulares adotados para as edificações garantem uma excelente condição de flexibilidade de arranjos internos futuros, já que as áreas molhadas e de apoio são segregadas. Essa estratégia liberará a maior parte de cada um dos pavimentos para se organizar de diferentes formas no futuro, juntando ou subdividindo módulos e permitindo no projeto das fases subsequentes, quando necessário por algum requisito de uso ou pela instalação de algum equipamento de dimensões atípicas, a eliminação de trechos de lajes de pavimentos gerando laboratórios com dupla altura interna.

A flexibilidade é ainda viabilizada pela adoção de padrões de modulação construtiva e coordenação modular, que reduzem o desperdício de materiais, amplia a qualidade construtiva e acelera o processo de execução, aspectos essenciais para a redução de impactos ambientais na construção civil. A modulação construtiva é um princípio geral de racionalidade dimensional nas definições de padrões de modulações e elementos construtivos. No sistema ambiental proposto esse princípio se materializou com a adoção de uma malha modular de 120x120cm de onde derivam todos os principais elementos da construção, dos componentes da estrutura do prédio aos painéis de vedação interna e externa, esquadrias, elementos de cobertura, piso e forros. A estrutura principal dos pavilhões, proposta em aço, adota as dimensões de fabricação dos perfis metálicos – 12m – para a definição do módulo estrutural – 6m x 12m – o que resulta em espaços com grande flexibilidade e com alto potencial de coordenação modular com os demais elementos construtivos do sistema. Nos núcleos de infraestrutura, por sua maior permanência, por um lado, e por sua grande atipicidade em termos de geometria, adota-se a estrutura em alvenaria estrutural, modulada a partir das dimensões do bloco de concreto, de modo a viabilizar sua implantação rápida e econômica. Reforça a possibilidade de transformação e crescimento a previsão de localização de áreas técnicas nas extremidades dos blocos ou entre blocos infraestruturais – casas de gases, castelo d'água, áreas de carga e descarga.

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A proposta se baseia na utilização de elementos e sistemas de construção industrializada (construção a seco). Com isso, além da redução do impacto

ambiental gerado pelo consumo da água, são minimizados os efeitos negativos do sistema de esgotamento de obra, em que a água normalmente se associa a outros elementos como areia e cimento causando danos ambientais e prejuízos financeiros. Os sistemas de construção a seco garantem rapidez de montagem e um padrão de acabamento e uniformidade dimensional muito acima daqueles encontrados num canteiro de obras tradicional, baseado na construção artesanal. Isso se deve ao fato de os elementos construtivos já chegarem ao canteiro beneficiados, restando apenas serem montados por equipes especializadas, com mão-de-obra qualificada.

A adoção de um sistema estrutural metálico reforça o caráter de eficiência ambiental do edifício, já que esse sistema é capaz de atender melhor do que qualquer outro, às duas questões anteriores: padrão dimensional e industrialização da obra. No sistema de estruturas metálicas o padrão de medidas tem um altíssimo grau de precisão e por isso mesmo o sistema se apresenta como o mais eficiente se considerada a relação entre quantidade de material gasta e a realização de uma determinada tarefa estrutural. Além disso, é o sistema que melhor se relaciona com os demais elementos construtivos do sistema de construção industrializada além de não gerar o uso de água no canteiro, como o concreto armado. É ainda vantajoso quando confrontado com outros sistemas pelo fato de, numa eventual desmontagem do edifício, apresentar alto potencial de reciclagem, reduzindo a geração de resíduos.

Importante aspecto para garantir a qualidade ambiental do edifício são os elementos adotados para redução da absorção de radiação solar e consequente redução do consumo de energia elétrica com sistemas de condicionamento de ar. O conjunto desses elementos é conhecido com a "envoltória" do edifício e tem um peso muito alto em qualquer avaliação de desempenho térmico ou processo de certificação ambiental. Caberá à envoltória do prédio garantir sua inércia térmica, o que se traduz pela capacidade de, a um só tempo, retardar e minimizar trocas térmicas interior-externo. Para proteção das janelas, ao longo das duas maiores fachadas foram criados painéis com elementos metálicos leves que funcionam como atenuadores de radiação solar direta. Nas fachadas norte, um brise plano linear e elevado amplia o sombreamento das circulações; nas fachadas sul, as varandas técnicas projetadas além da estrutura e do plano de vedação constituem elementos de sombreamento que permitem ainda a conformação de um plano exterior com cabos de aço e vegetação tipo trepadeira, constituindo uma envoltória verde para esta fachada, que é já o quadrante de menor incidência solar. Nas duas fachadas menores, com a pior incidência solar, foram minimizadas as aberturas e criadas paredes duplas com material isolante térmico interno, sendo a face externa em painéis industrializados em concreto armado. Na cobertura, a superfície da edificação que recebe maior carga térmica, foram previstos telhados com telha tipo "sanduíche" com material isolante termo-acústico interno. Além disso, as piscas fotovoltaicas para geração de energia solar, previstas sobre todas as coberturas, cuja inclinação é favorável para sua instalação, formarão um plano solto do telhado, acima deste, o que atenuará a maior parte da radiação solar direta que ele receberá. A adoção de cores claras e superfícies metalizadas nos planos da edificação mais expostos ao sol contribuirá para redução da absorção de carga térmica por seu baixo grau de absorção.

Uma condição para garantir boa iluminação natural com consequente redução no consumo de energia foi pensada através da adoção de duas estratégias de projeto. Em primeiro lugar a utilização de aberturas mais generosas nas faces das áreas de trabalho voltadas para Sul que, protegidas pelo plano solto de varandas técnicas e atenuadores solares, têm problemas de ofuscamento minimizados. Para os trechos

das áreas de trabalho adjacentes à circulação avarandada, prevê-se a possibilidade, quando o uso não impedir, de executar o plano de vedação dos laboratórios com material translúcido e eventualmente com ventilação total – painéis em vidro temperado serigrafado ou com película tintada, veneziana industrial em PVC ou policarbonato, entre outros – de modo a reforçar a plena iluminação dos ambientes e ainda sua ventilação natural.

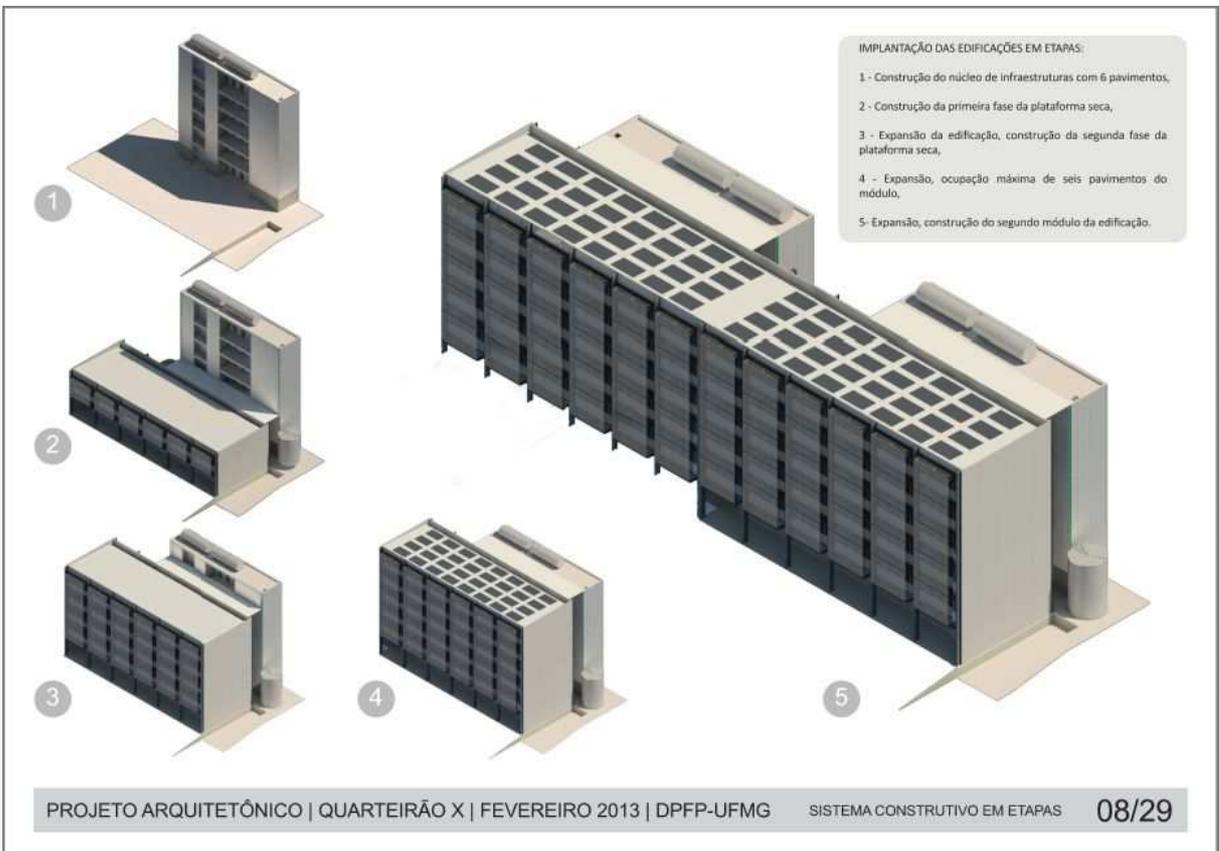
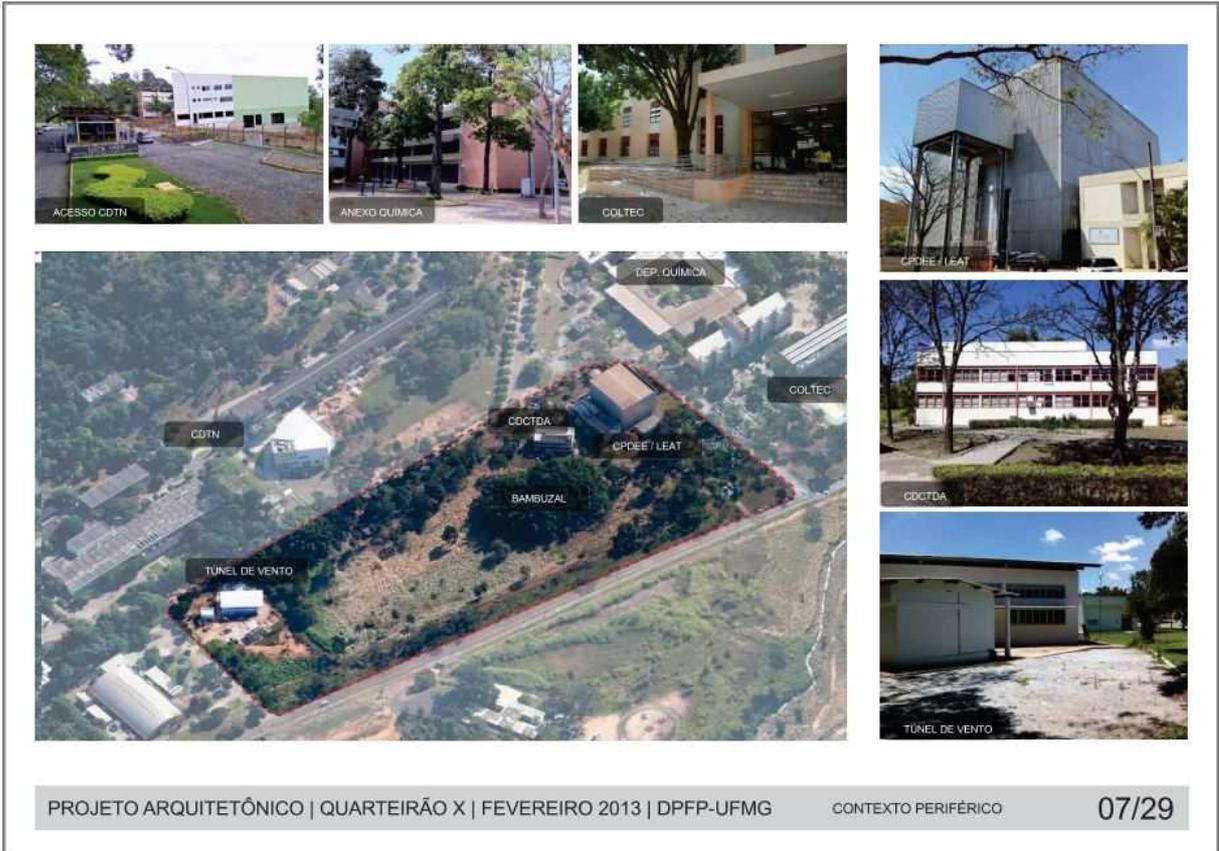
O projeto considera, como parte das pesquisas da Escola de Engenharia a serem implementadas no Quarteirão X, um sistema de geração de energia solar para abastecer todo o complexo, com objetivo de reduzir o consumo geral de energia elétrica do conjunto, além da implementação de medidas de racionalização do uso de energia elétrica.

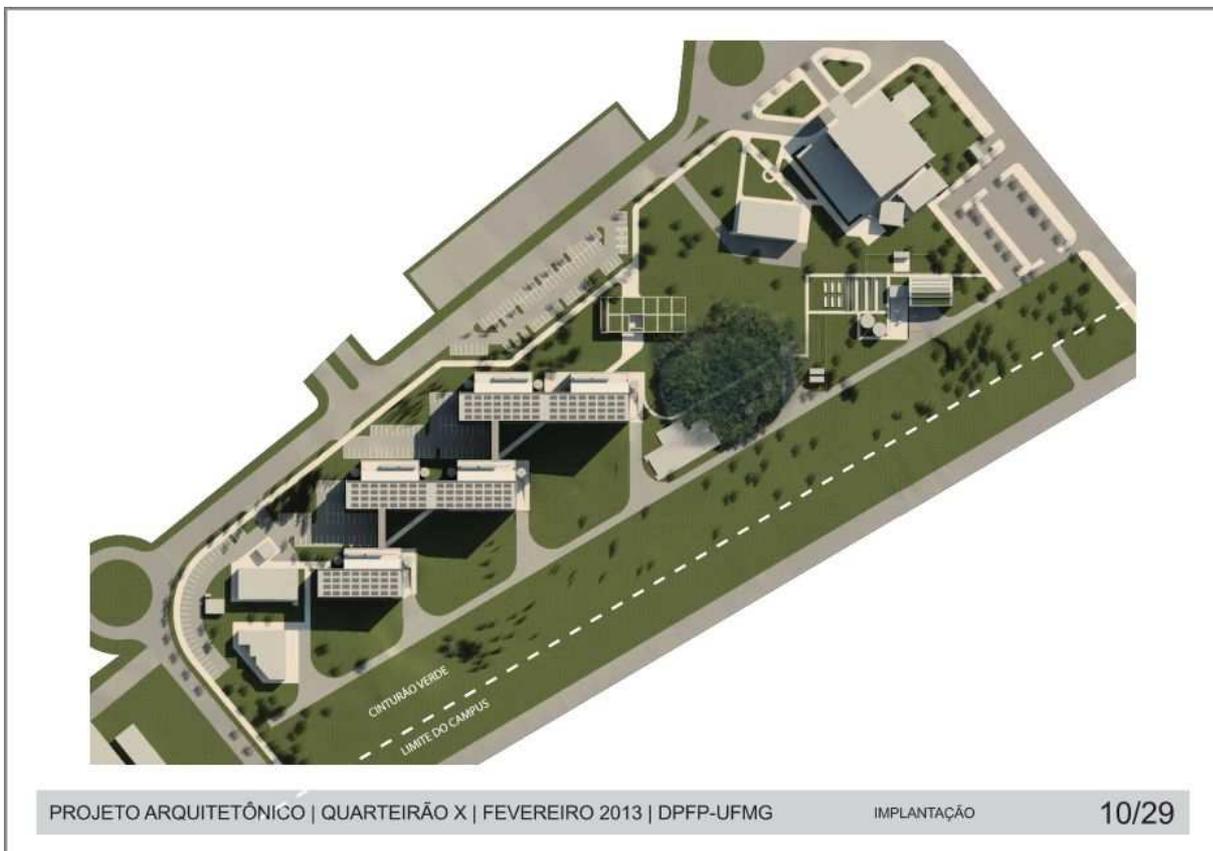
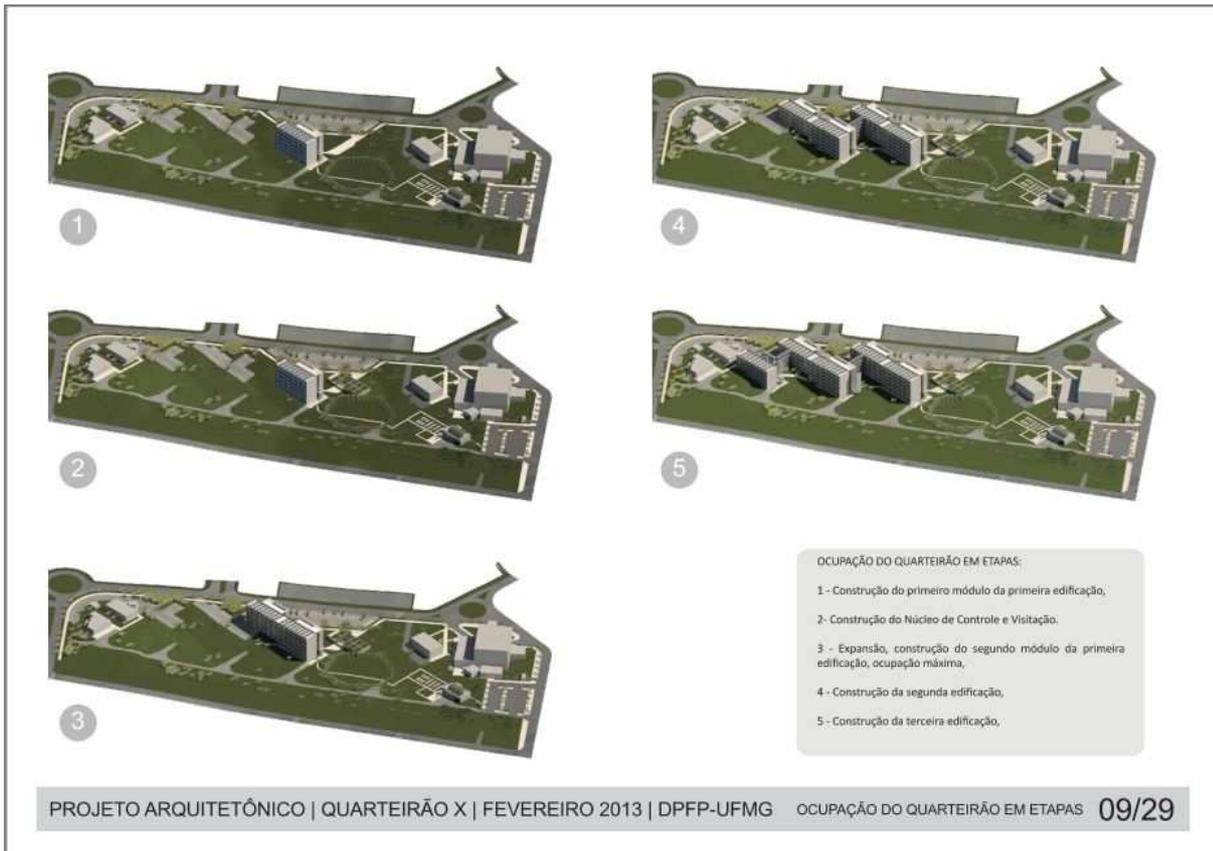
As edificações contarão com um sistema de reuso de água. Toda a água de chuva e as águas cinzas, provenientes de esgoto que apresentarem possibilidade de tratamento e reuso, deverão ser coletadas, tratadas e armazenadas para uso em fim não potáveis no exterior do prédio, jardins e estacionamentos e principalmente para serem reutilizadas nas descargas do edifício. Além disso, serão utilizados sistemas de torneras com aerador e válvulas de descarga tipo "dual flush" para redução do consumo de água. O conjunto de medidas relativas à racionalização do uso de água, assim como as medidas de geração e racionalização de energia, integrarão as pesquisas da Escola de Engenharia nessa área.

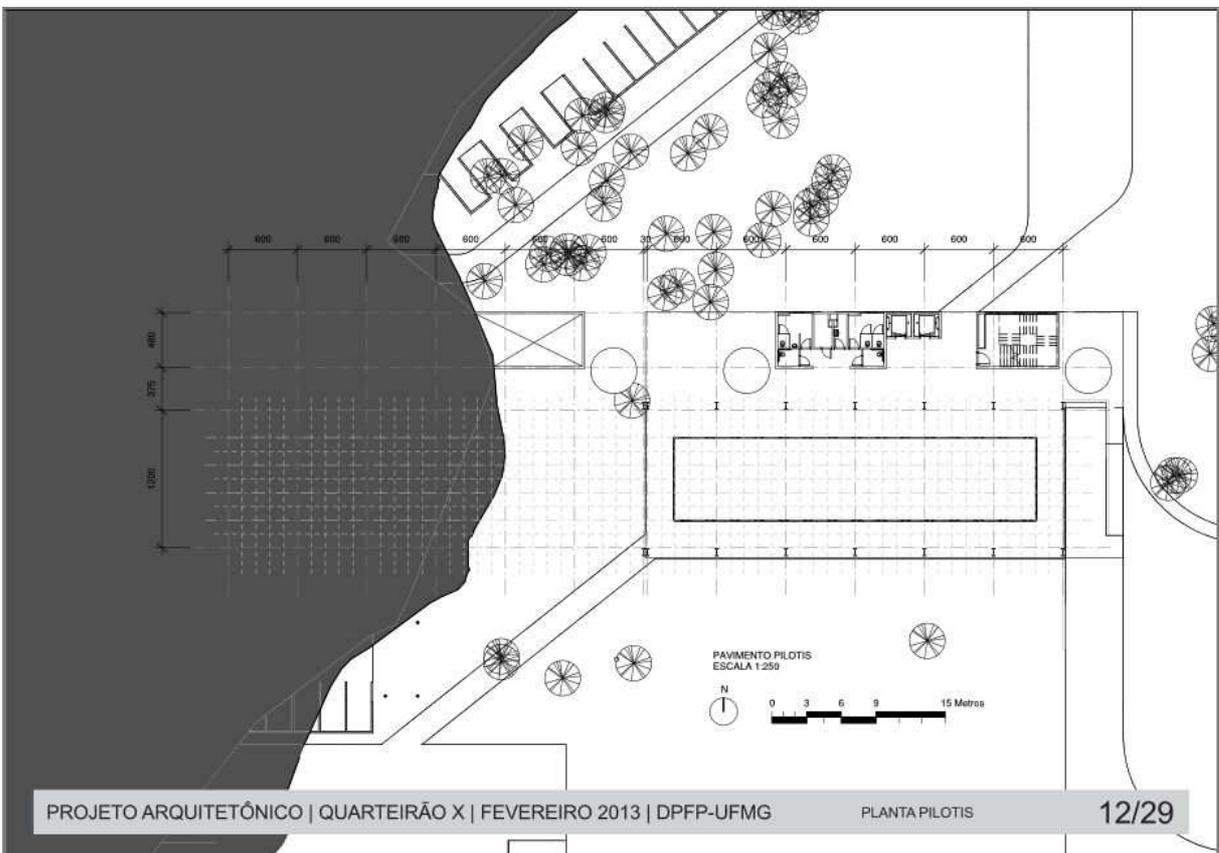
Dada a relevância da experiência para o ensino, a pesquisa e a extensão em todas as áreas envolvidas, recomenda-se que os projetos complementares de cada uma das áreas sejam desenvolvidos com a coordenação dos respectivos departamentos da Escola de Engenharia, de modo a se constituírem em potenciais experimentos para o desenvolvimento e a consolidação de práticas de construção exemplares, não apenas no âmbito da Universidade, mas para toda a cadeia da construção civil no país.

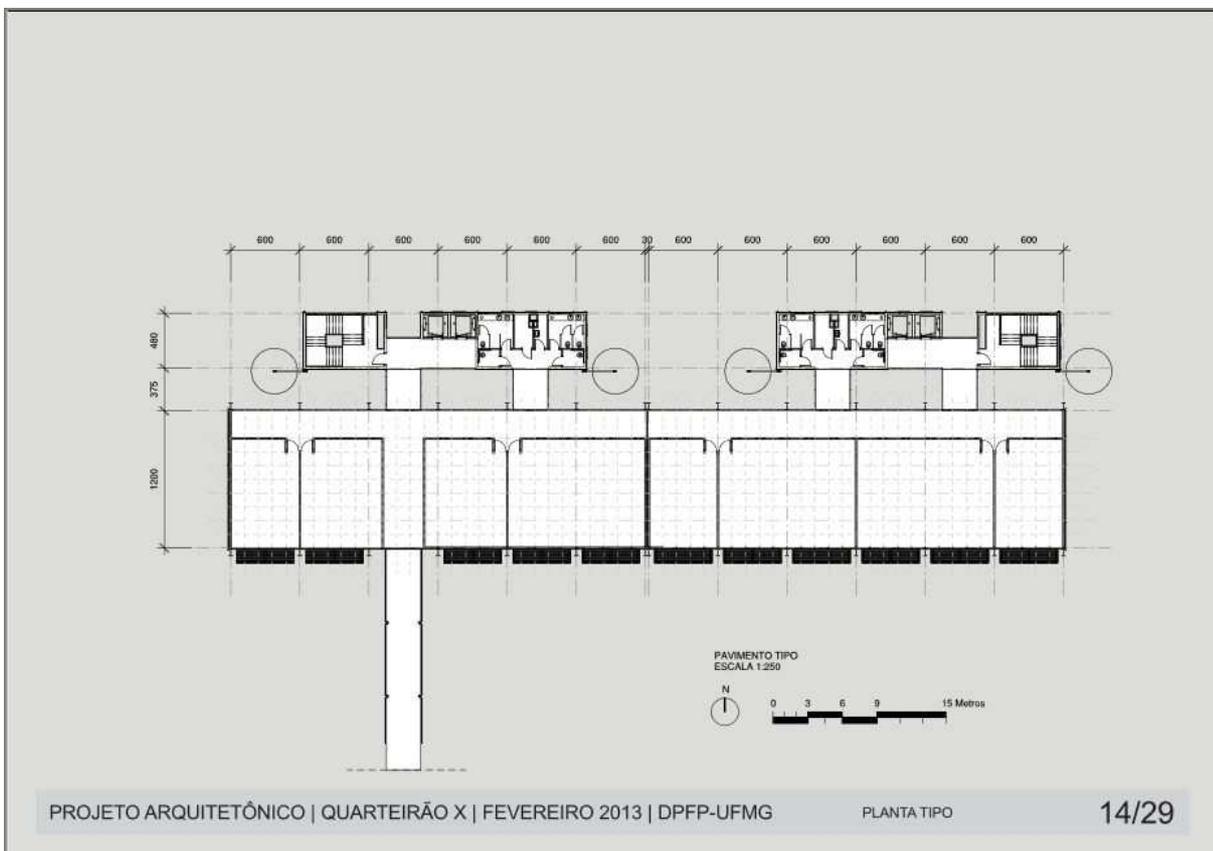
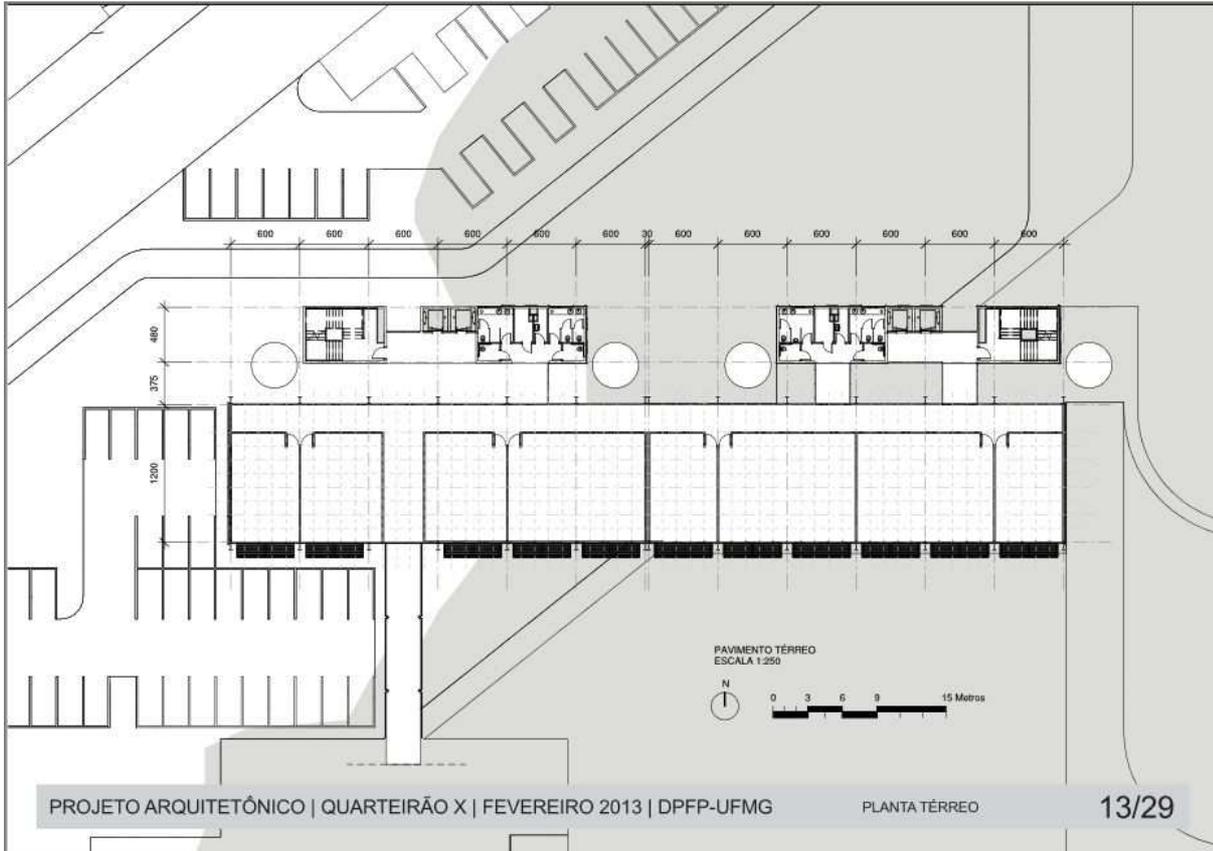
RESUMO DE ÁREAS

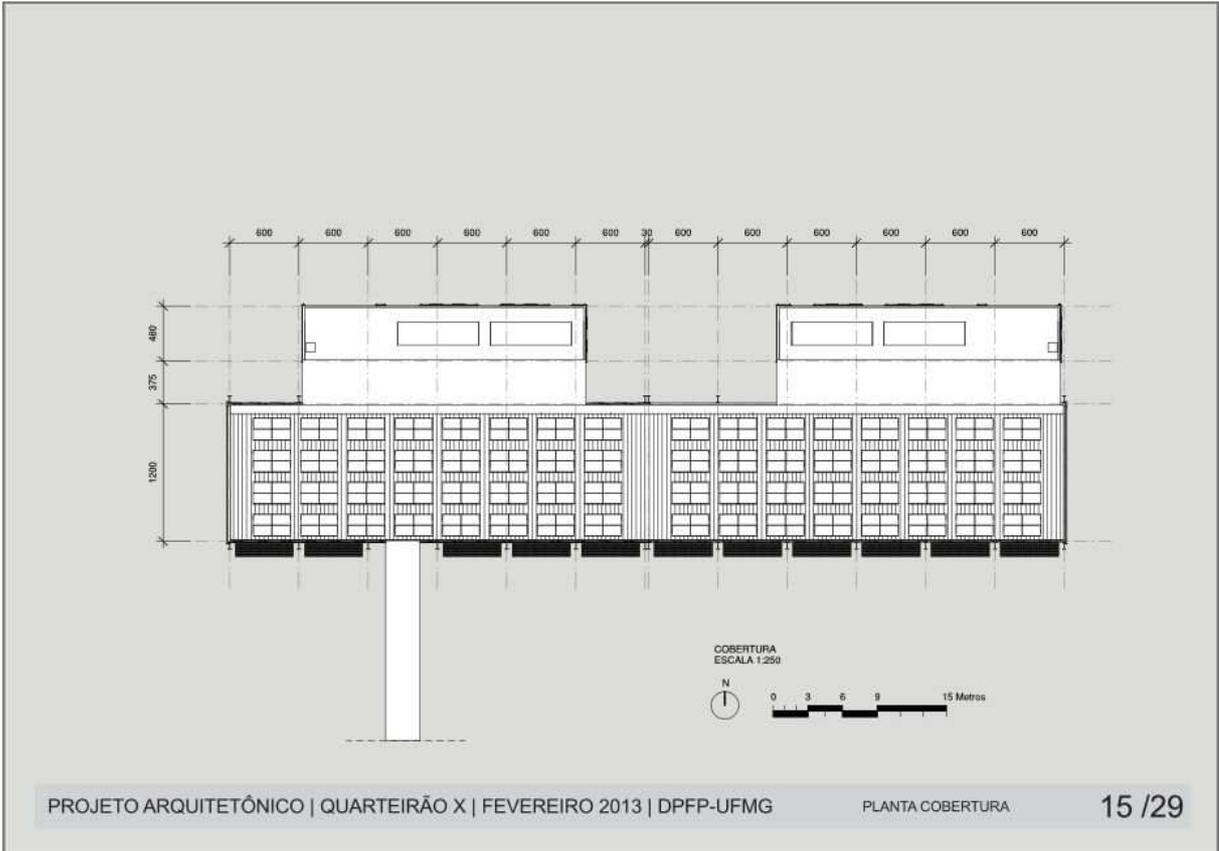
- Área construída por pavimento do módulo da plataforma seca: 508 m²
- Área construída por pavimento do módulo núcleo de infra estrutura: 116 m²
- Área construída por pavimento do módulo: 646 m²
- Área útil pilotes por módulo: 273 m²
- Área útil salas por módulo: 406 m²
- Área construída edificação 1 (um bloco de 5 pav.): 3.330 m²
- Área construída edificação 2 (um bloco de 4 pav. + um bloco de 6 pav.): 6.620 m²
- Área construída edificação 3 (um bloco de 5 pav. + um bloco de 6 pav.): 7.266 m²
- Área construída Centro de Apoio e Visitação: 304 m²
- Área construída passarelas: 522 m²
- Área construída total: 18.022 m²
- Área projeção do módulo da plataforma seca + núcleo de infra estrutura + coberturas: 726m²
- Área projeção das passarelas: 51 m²
- Área de projeção Centro de Apoio e Visitação: 304 m²
- Projeção total no quarteirão: 4.036 m²

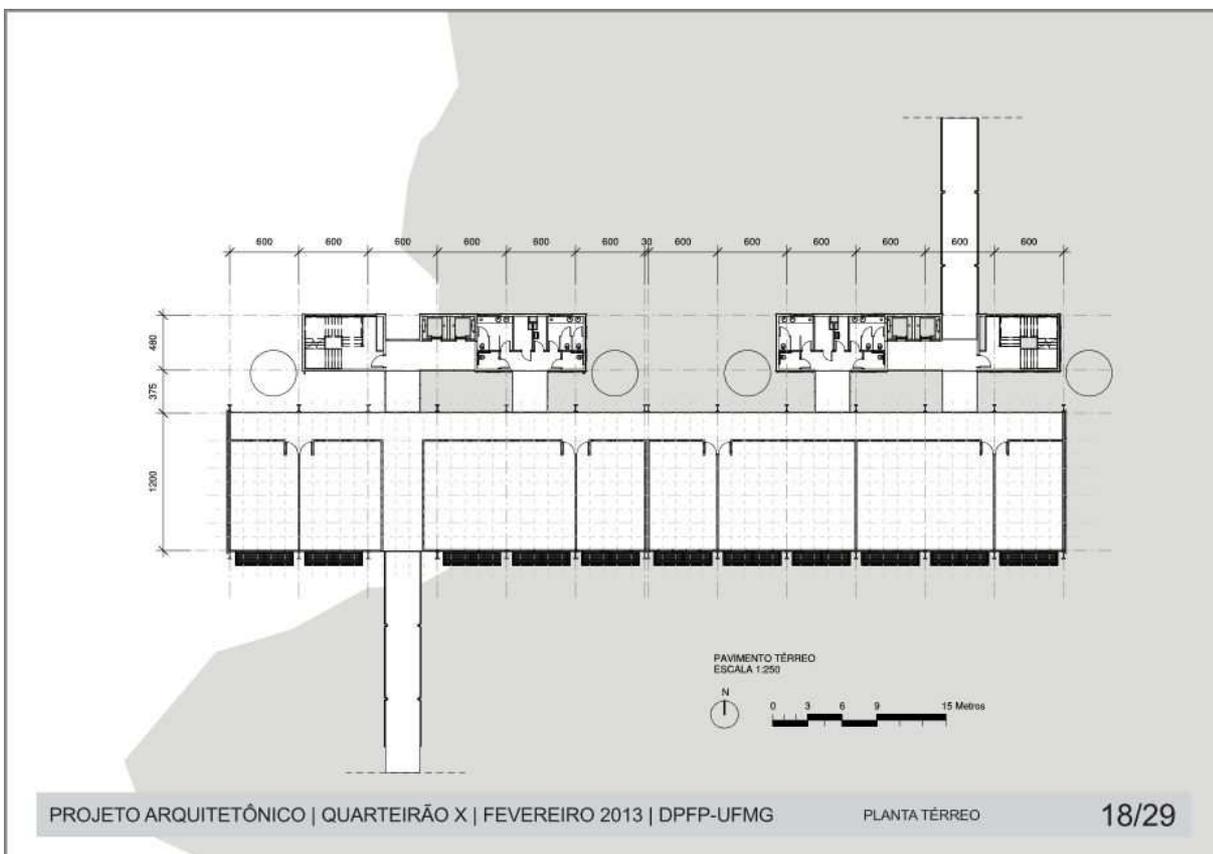
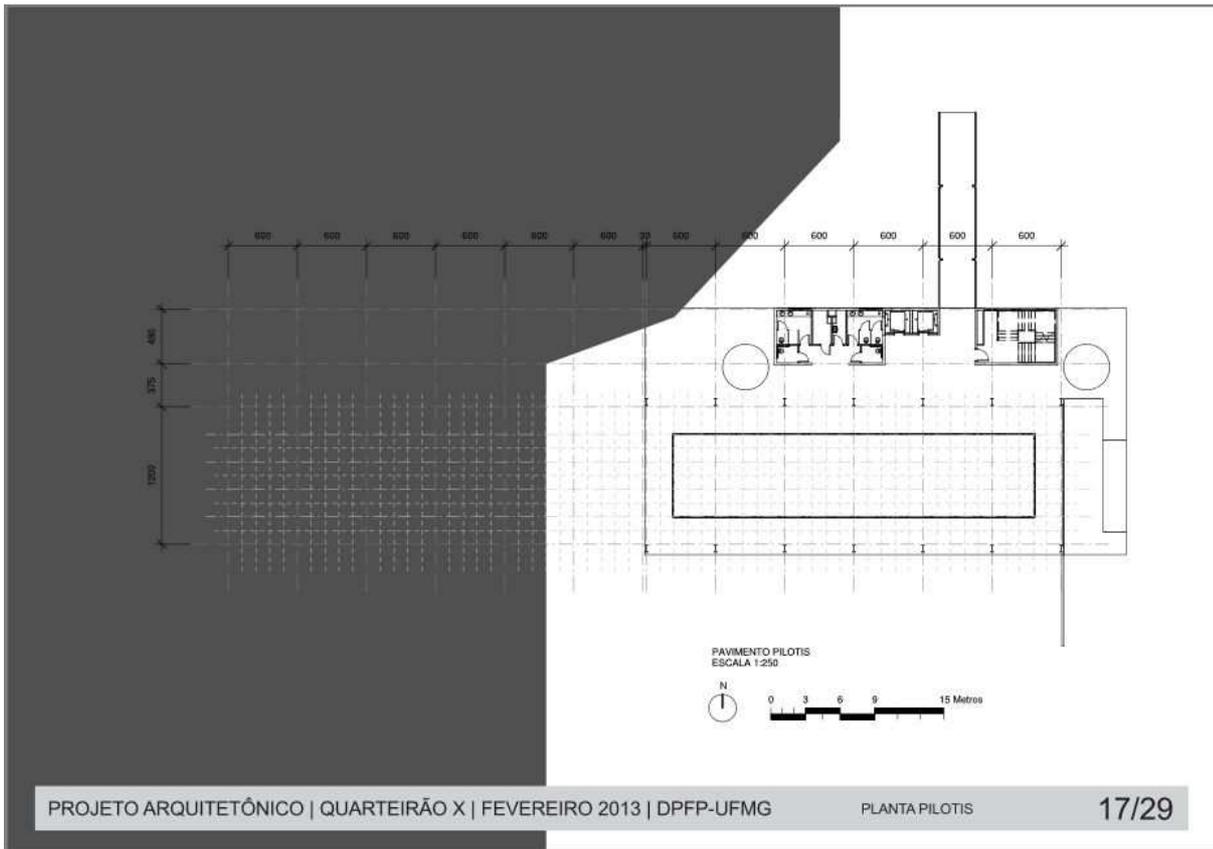


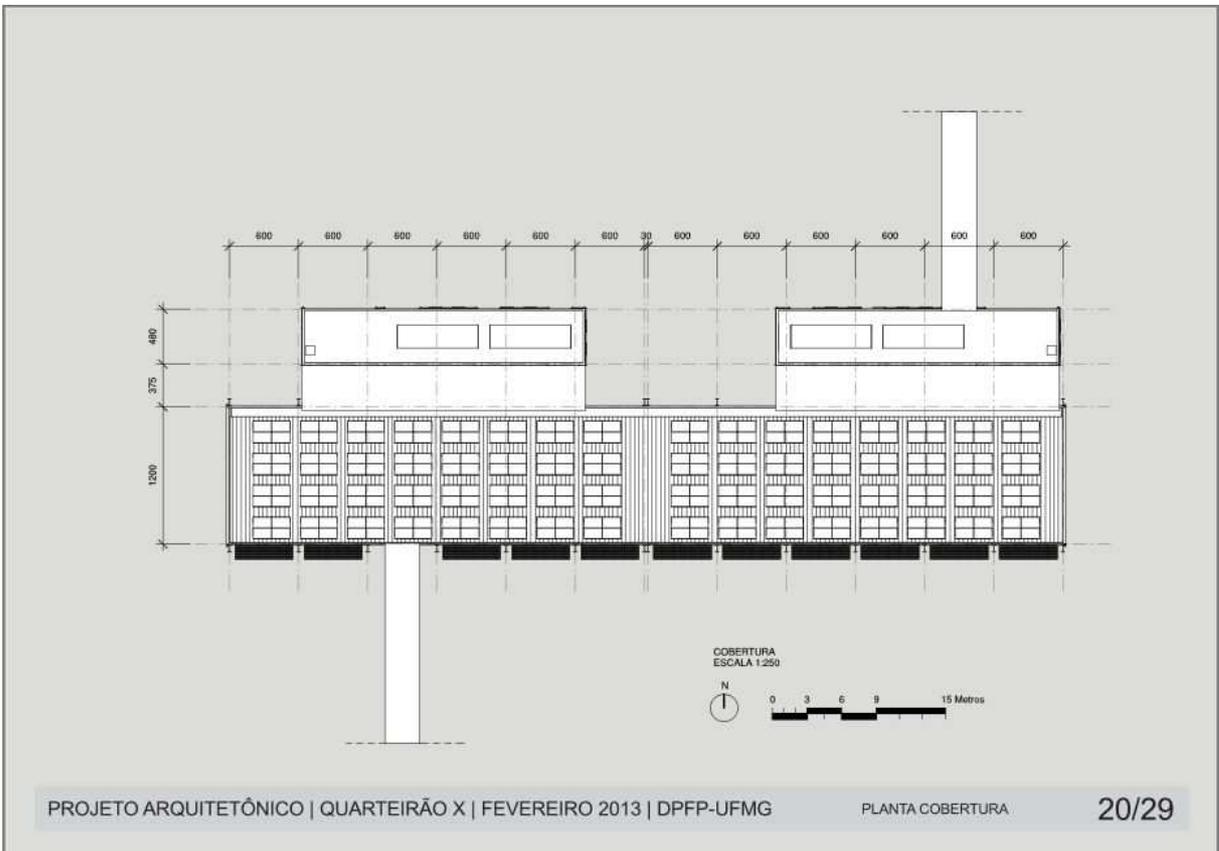
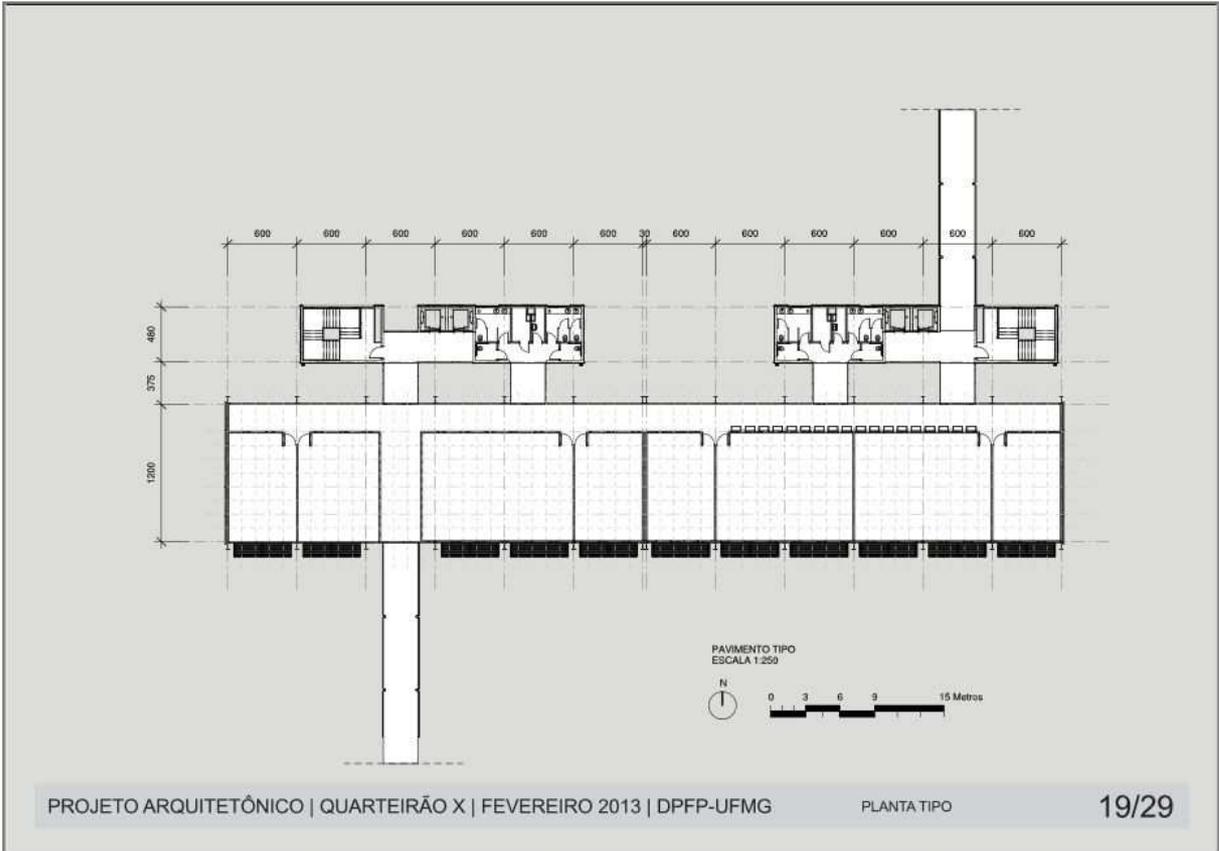


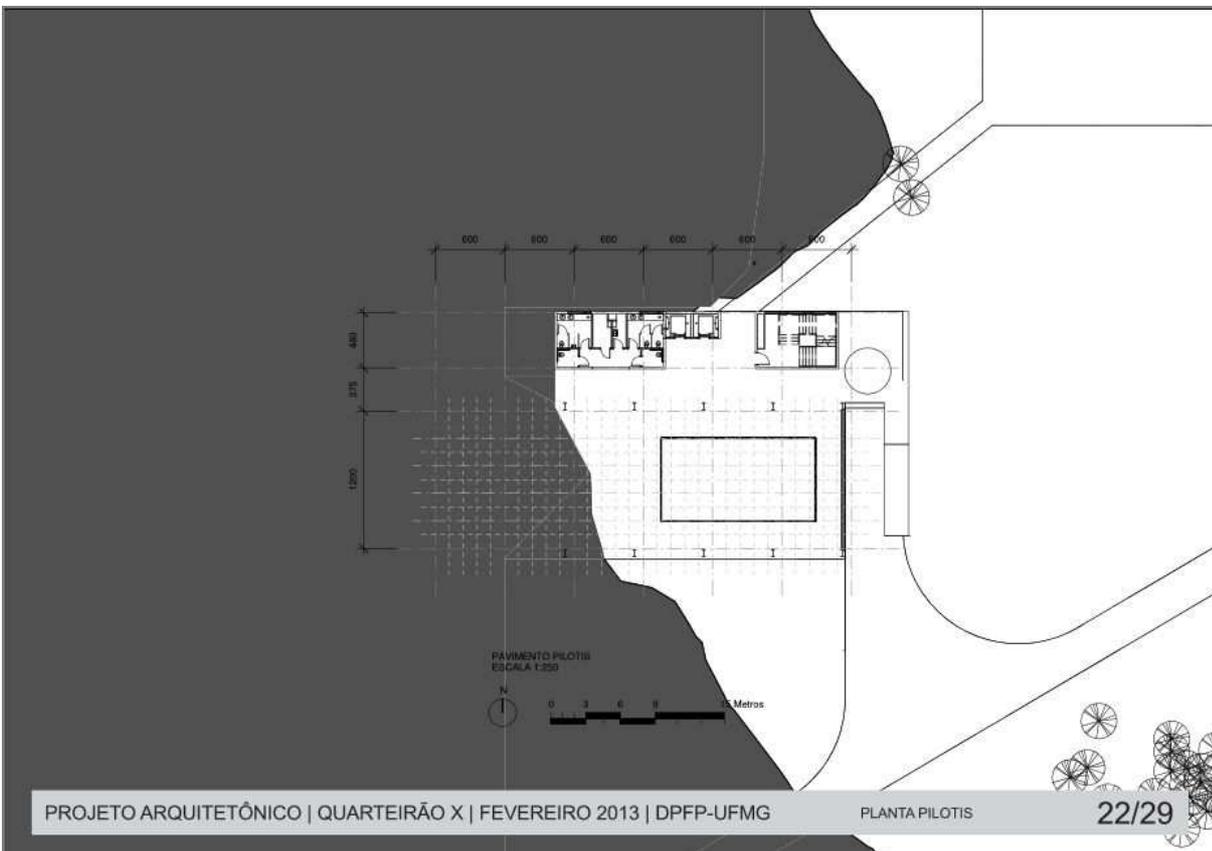


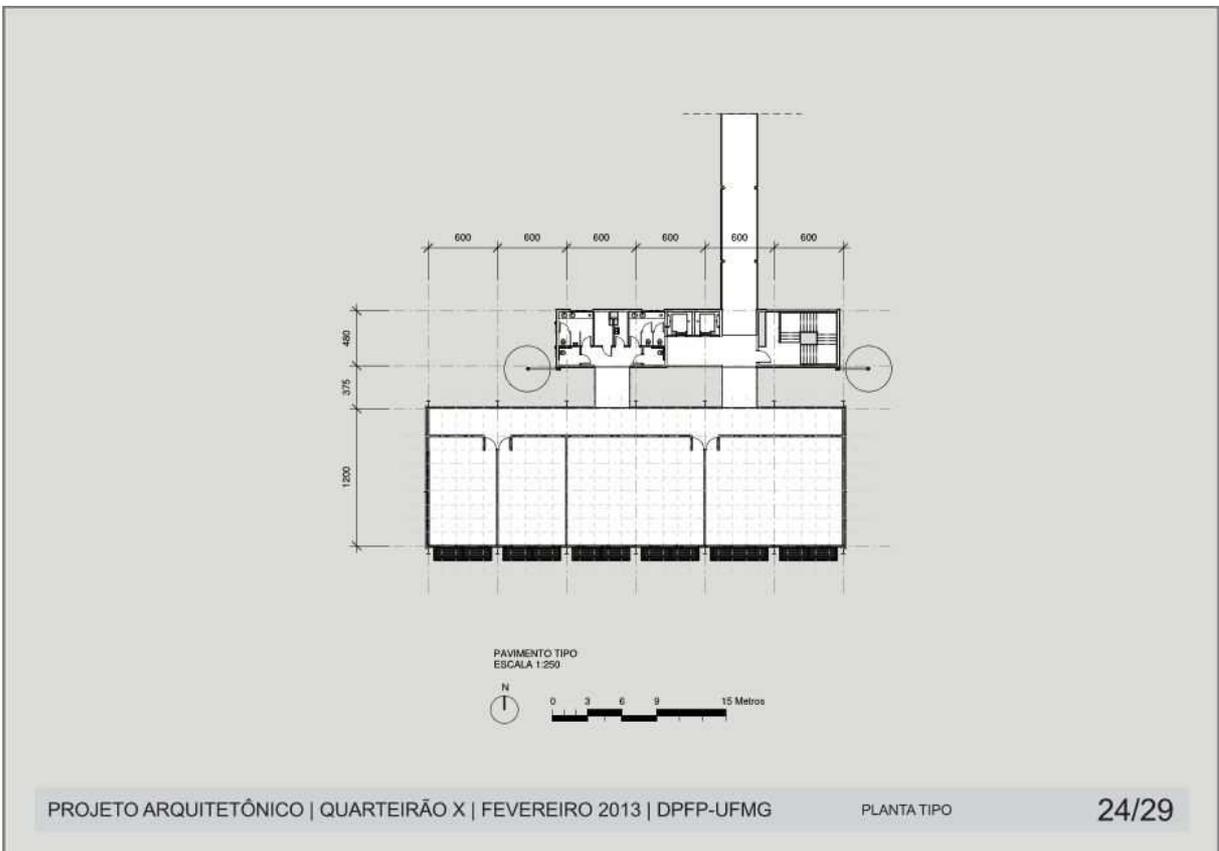
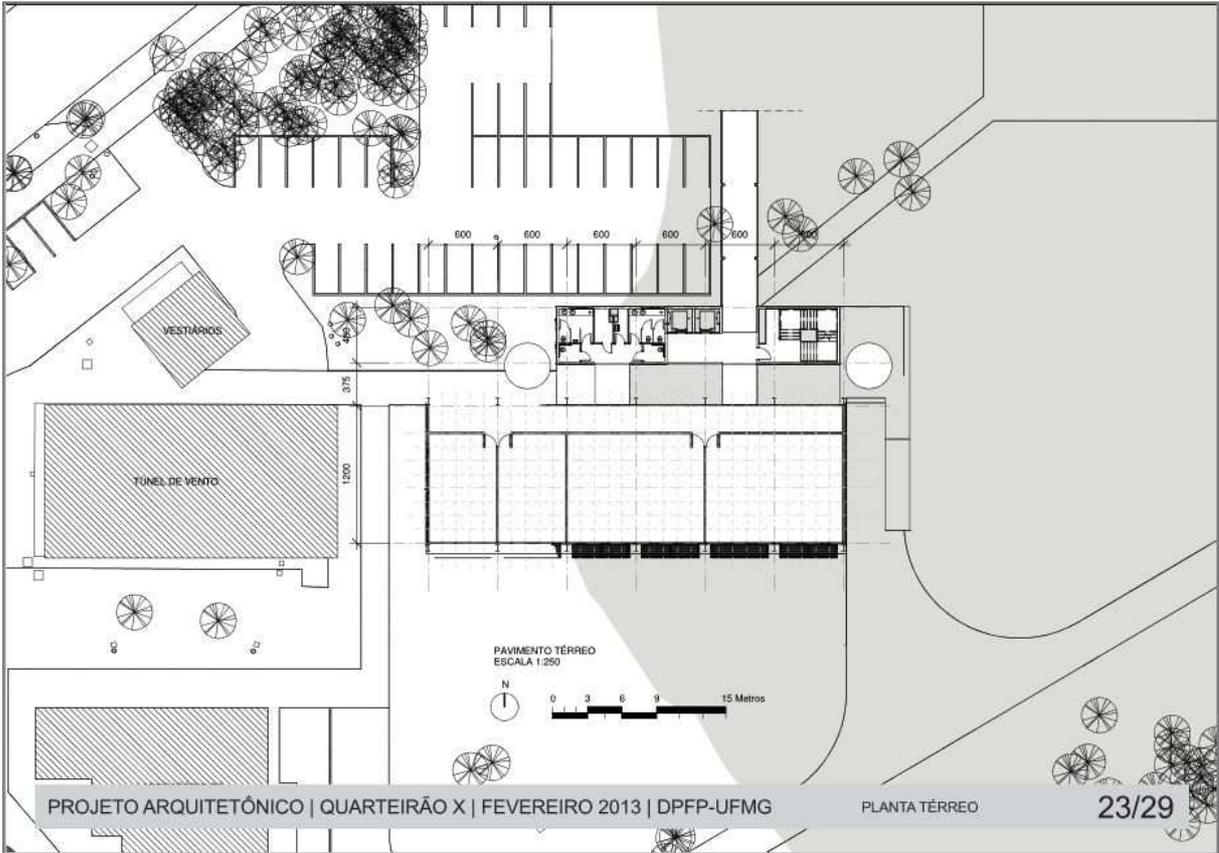


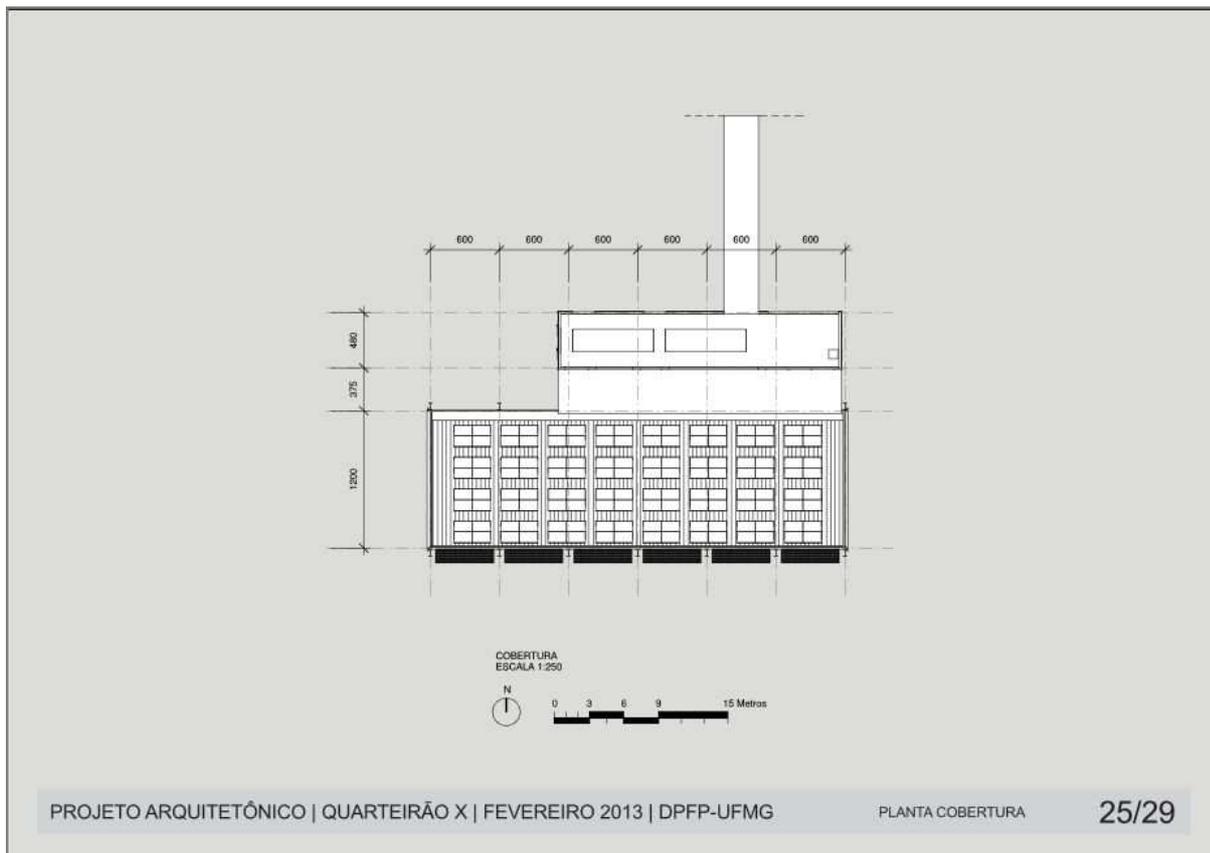


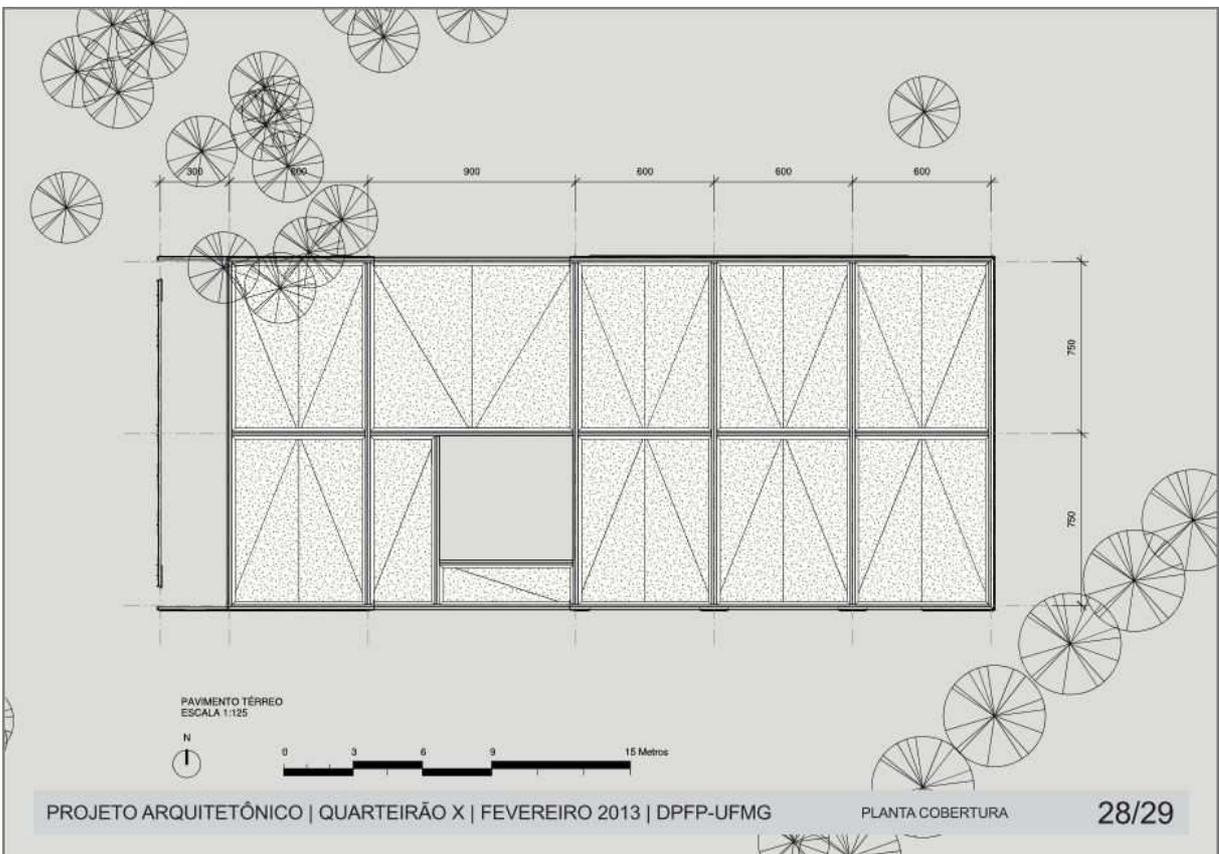
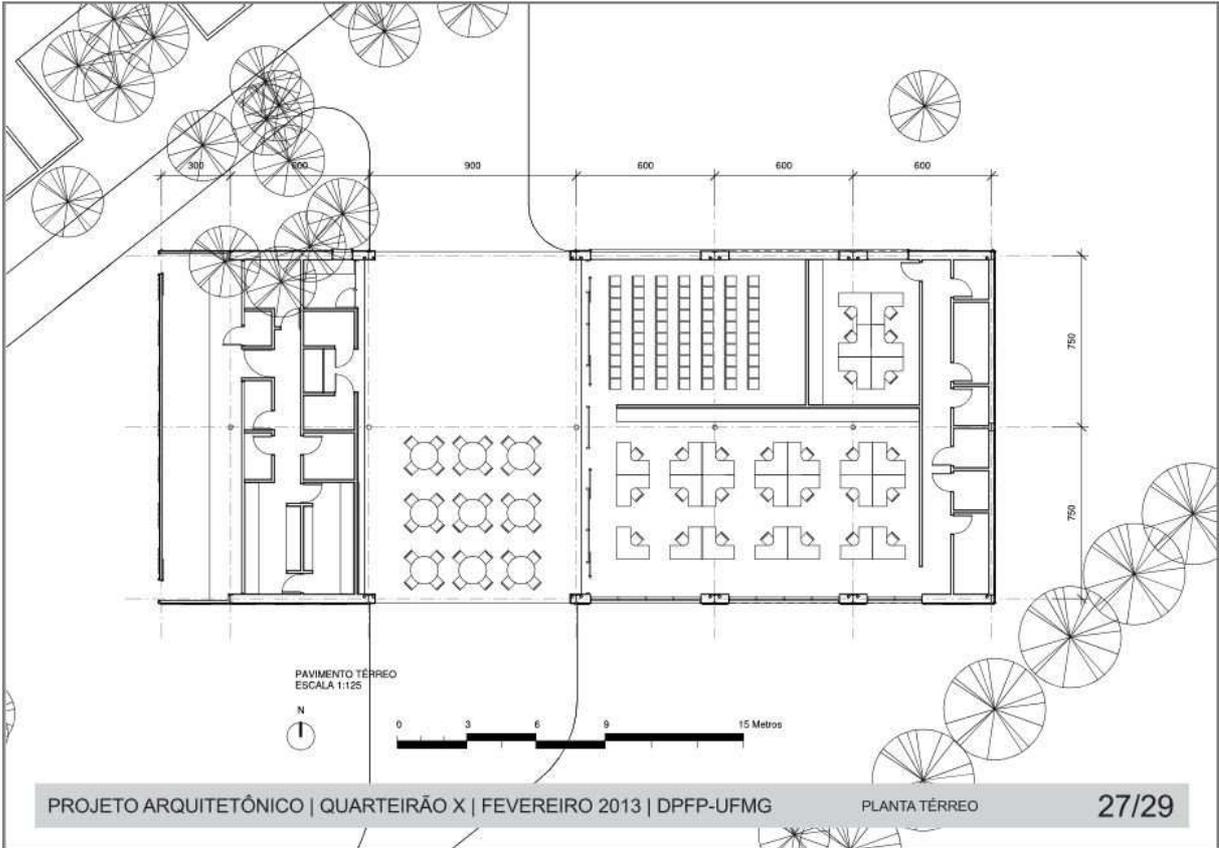


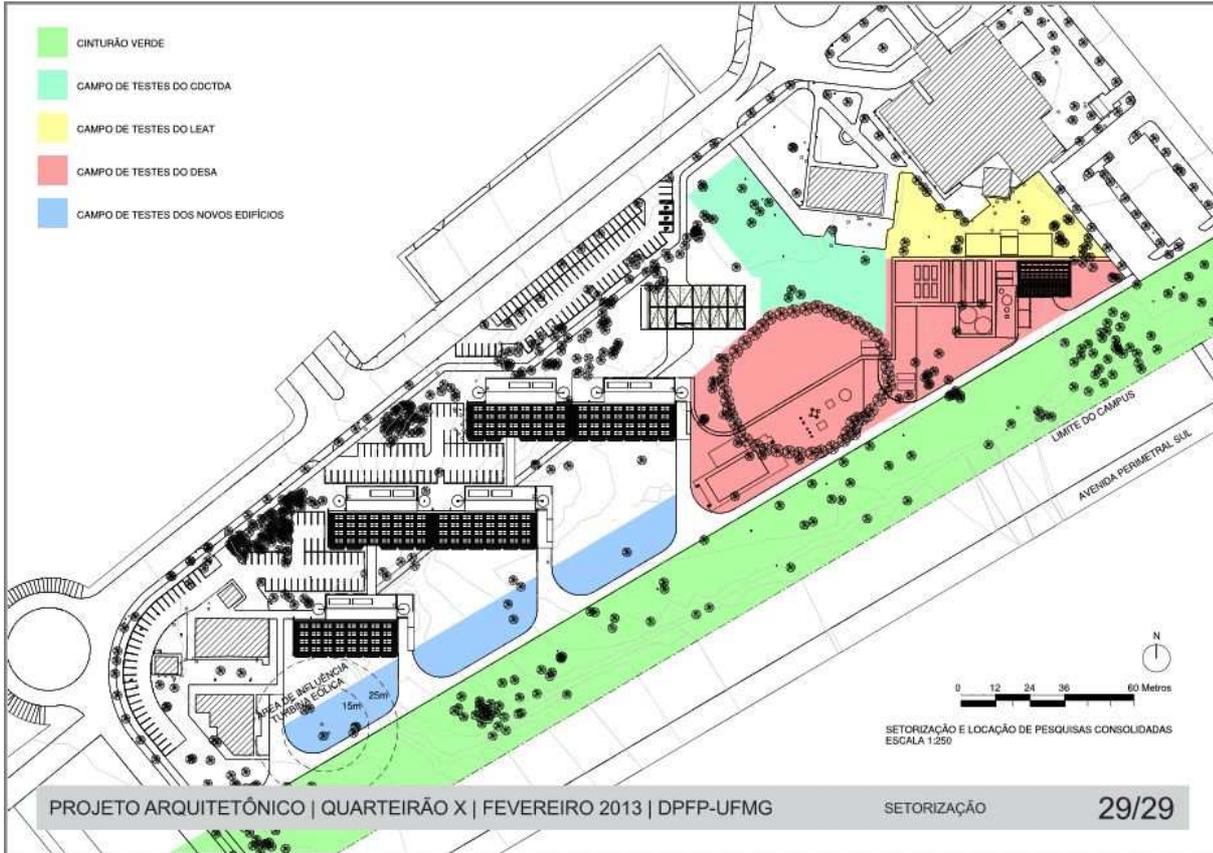












DPFP
DEPARTAMENTO DE
PLANEJAMENTO FÍSICO
E PROJETOS

UFMG

REITOR
 CÉLIO CAMPOLINA DINIZ
 VICE-REITORIA
 ROSISANE DE CARVALHO NORTON
 PRO-REITORES DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO
 PROF. JOÃO ANTÔNIO DE PAULA
 PRO-REITOR ADJUNTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO
 PROF. MAURÍCIO JOSÉ CAMPOSORI
 ESCOLA DE ENGENHARIA - EE
 DIRETOR (EE)
 PROF. BENJAMIM RODRIGUES DE MENEZES
 VICE-DIRETOR (EE)
 PROF. ALESSANDRO FERNANDES MOREIRA
 COMISSÃO QUARTEIRÃO X (EE)
 PROF. CARLOS AUGUSTO DE LEMOS CHESNICHARO
 PROF. RAFAEL TORRES DE VASCONCELOS BARRIOS
 PROF. FÁBIO G. JOTA
 PROF. RENELO ROCHA SILVA
 DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO E PROJETOS
 DIRETORA
 ARQUITETA RENATA SIQUEIRA
 COORDENADORA GERAL DE PROJETOS
 ARQUITETO PROF. CARLOS ALBERTO MACIEL
 PROJETO ARQUITETÔNICO
 ARQUITETO PROF. CARLOS ALBERTO MACIEL
 ARQUITETO PEDRO MATTOS LODI
 ARQUITETA RENATA SIQUEIRA
 EQUIPE DPFP
 ARQUITETO PROF. CARLOS ALBERTO MACIEL
 ARQUITETO EDGARDO MOREIRA NETO
 ARQUITETO GERALDO ANGELO SILVA
 ARQUITETO LEANDRO DE SOUZA GOMFRE
 ARQUITETO PEDRO MATTOS LODI
 ARQUITETA RENATA SIQUEIRA
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 AV. ANTÔNIO CARLOS, 17.627 | CEP 31279-901
 TERESOPOLIS | BELO HORIZONTE - MG
 DPFP 31. 3409-6121
 www.ufmg.br

PROJETO ARQUITETÔNICO | QUARTEIRÃO X | FEVEREIRO 2013 | DPFP-UFMG

CRÉDITOS