

Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Projeto Integrador I

## **FGA: Prédio Inteligente**

Autor: Turma A  
Orientador: André Murilo de Almeida Pinto

Brasília, DF  
30 de abril de 2017





Turma A

## **FGA: Prédio Inteligente**

Relatório referente à disciplina Projeto Integrador I submetida na Faculdade UnB Gama da Universidade de Brasília.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: André Murilo de Almeida Pinto

Brasília, DF

30 de abril de 2017

# Resumo

O Prédio Sustentável e inteligente tem como premissa promover aos indivíduos que usufruem da Faculdade do Gama conforto e ferramentas necessárias para que os mesmos possam cumprir seus objetivos de forma eficiente. O projeto tem como axioma buscar por meio do Smart grid interação entre as áreas da engenharia fornecendo a universidade um sistema de manutenção e informação de forma preditiva e preventiva para que os alunos e professores possam exercer suas atividades com mais tranquilidade.

**Palavras-chave:** Sustentável; Engenharias; Projeto.

# Abstract

The smart and sustainable building has as objective to promote comfort and necessary tools to all individuals that need of Faculdade do Gama to accomplish their achievements. The Project has as axiom the interaction between areas of engineering using Smart Grid providing to the university a predictive and preventive maintenance system and information for the students and teachers can exert their activities properly.

**Key-words:** Sustainable; Project; Engineering.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Questionário sobre problemas da FGA . . . . .	17
Figura 2 – Backlog do Produto . . . . .	21
Figura 3 – SAFe . . . . .	24
Figura 4 – EAP do Projeto Prédio Inteligente . . . . .	29
Figura 5 – Canvas do Projeto Prédio Inteligente . . . . .	31
Figura 6 – Planta Baixa - Primeiro Pavimento . . . . .	38
Figura 7 – Planta Baixa - Térreo . . . . .	39
Figura 8 – Nível de luz solar incidente em um plano horizontal em Brasília . . . . .	40
Figura 9 – Representação do efeito chaminé . . . . .	41
Figura 10 – Local onde são projetadas as imagens de powerpoint . . . . .	41
Figura 11 – Tomada na lateral da sala . . . . .	43
Figura 12 – Sala de Aula na Unicamp . . . . .	43
Figura 13 – Evolução anual da produção, da demanda compulsória e da capacidade nominal autorizada . . . . .	44
Figura 14 – Imagem ilustrativa do aparelho portátil de frequência . . . . .	54
Figura 15 – Estrutura genérica para software SCADA . . . . .	68
Figura 16 – Cronograma do Projeto - Parte 1 . . . . .	73
Figura 17 – Cronograma do Projeto - Parte 2 . . . . .	74
Figura 18 – Cronograma do Projeto - Parte 3 . . . . .	74





## Lista de tabelas



# Lista de abreviaturas e siglas

FGA	Faculdade do Gama
UnB	Universidade de Brasília
RA	Região Administrativa
XP	Extreme Programming
SAFe	Scaled Agile Framework
CAD	Concreto de Alta Resistência
PVC	Policloreto de Polivinila



# Sumário

<b>I</b>	<b>ASPECTOS GERAIS</b>	<b>13</b>
1	INTRODUÇÃO . . . . .	15
1.1	Descrição do Problema . . . . .	15
2	REQUISITOS . . . . .	17
3	ESCOPO . . . . .	19
3.1	Backlog do Produto . . . . .	20
4	METODOLOGIA . . . . .	23
4.1	Introdução . . . . .	23
4.2	Scaled Agile Framework (SAFe) . . . . .	23
4.3	Integração Entre as Engenharias . . . . .	25
4.3.1	Divisão de Grupos . . . . .	25
5	FERRAMENTAS . . . . .	27
5.1	Comunicação . . . . .	27
5.2	Rastreabilidade . . . . .	27
6	EAP . . . . .	29
7	CANVAS . . . . .	31
<b>II</b>	<b>SOLUÇÕES APRESENTADAS</b>	<b>33</b>
8	INTRODUÇÃO . . . . .	35
9	ESTRUTURAS E MATERIAIS . . . . .	37
9.1	Otimização da Planta . . . . .	37
9.2	Organização Interna . . . . .	41
9.3	Materiais . . . . .	44
10	SMART GRID . . . . .	47
10.1	Gerador movido a biodisel . . . . .	50
10.2	Reaproveitamento de Recursos Hídricos . . . . .	51
11	CONTROLE DE ACESSO . . . . .	53

<b>12</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE</b>	<b>57</b>
<b>12.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>57</b>
<b>12.2</b>	<b>Ambientação da Sala</b>	<b>57</b>
12.2.1	Iluminação	57
12.2.2	Persianas Inteligentes	58
12.2.3	Sistema de Som	59
12.2.4	Climatização	59
<b>12.3</b>	<b>Painéis de Controle</b>	<b>60</b>
12.3.1	Controles embutidos na mesa inteligente	60
12.3.2	Controle geral para a sala	60
12.3.3	Sala de controle	60
<b>12.4</b>	<b>Sensores</b>	<b>60</b>
12.4.1	Termopar	61
12.4.2	Termostato	61
12.4.3	Fototransistores	61
12.4.4	Sensor de movimento	61
12.4.5	Sensor de calor	61
<b>12.5</b>	<b>Digitalização e Integração de Equipamentos para Aula</b>	<b>62</b>
12.5.1	Mesa inteligente	62
12.5.2	Quadro interativo	62
12.5.3	Sistema de projetores	63
<b>12.6</b>	<b>Status da Sala</b>	<b>63</b>
12.6.1	Painel informativo	63
<b>12.7</b>	<b>Monitoramento do Prédio</b>	<b>63</b>
<b>13</b>	<b>INTERFACES E PROCESSAMENTO DE SOFTWARE</b>	<b>65</b>
<b>13.1</b>	<b>Aplicativo</b>	<b>66</b>
<b>13.2</b>	<b>Construção de Software no Smart Grid</b>	<b>67</b>
<b>13.3</b>	<b>Banco de dados do prédio</b>	<b>68</b>
<b>III</b>	<b>EXPECTATIVAS</b>	<b>71</b>
<b>14</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>73</b>
<b>14.1</b>	<b>Cronograma do Projeto</b>	<b>73</b>
<b>14.2</b>	<b>Próximos Pontos de Controle</b>	<b>74</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>75</b>

# Parte I

## Aspectos Gerais





# 1 Introdução

Controle, uma palavra chave para que um bom projeto seja desenvolvido. Um projeto consiste em um processo único que tem como objetivo um produto inovador de um grupo de afazeres sincronizados e gerenciados em um determinado período de tempo. A disciplina Projeto integrador 1 busca por meio dessas características mostrar como deve ser a realização do projeto.

Mediante os atributos a turma A irá elaborar o projeto de um Prédio sustentável e inteligente com o objetivo de trazer conforto para todos os que utilizarem da Faculdade do Gama, o projeto consiste em sanar problemas já enfrentados pelo corpo discente e docente da universidade como por exemplo iluminação má planejada, sistema de chamada em papel o que causa uma grande perda de tempo por parte do professor, desperdícios energéticos e hídricos no campus também serão solucionados no projeto.

O Prédio sustentável inteligente consiste em utilizar fontes de energia e materiais sustentáveis, visto que atualmente a sustentabilidade é um ponto crucial para um bom desenvolvimento da sociedade. Por meio de softwares e sistemas eletrônicos pretende-se monitorar desperdícios hídricos e energéticos construindo assim uma sistema Smart Grid na universidade além de criar um sistema de controle e acesso que evite fraude e que o professor não perca tempo para executá-lo.

Dessa forma, com as engenharias do campus trabalhando de forma harmônica tem-se como objetivo melhorar o ambiente de trabalho e de estudos para os que frequentam o campus da FGA, fazendo assim que os professores e os alunos tenham ferramentas e ambientes favoráveis para realizar uma boa didática e boas pesquisas.

## 1.1 Descrição do Problema

A Universidade de Brasília, é umas das faculdade mais importantes do Brasil, desfrutando de vários campi em diversas regiões administrativas do Distrito federal. A Faculdade do Gama, um dos campi da UnB, é considerada o campus da tecnologia pois hospeda as engenharias mais modernas: Engenharia Automotiva, Aeroespacial, Eletrônica, de Energia e de Software. Lamentavelmente o campus enfrenta problemas que dificultam o desenvolvimento de tecnologia.

Apesar de ter um ótimo corpo docente, o campus da FGA possui algumas deficiências no que diz respeito à estrutura e tecnologia. Ainda que seja relativamente jovem, já podem ser observadas rachaduras na estrutura de todos os prédios. Além disso, o dimensionamento das salas e posicionamento de lousas, projetores e a má iluminação também

são problemas enfrentados no cotidiano dos que utilizam a salas e laboratórios.

Ademais, a Faculdade do Gama enfrenta problemas de superlotação. No primeiro semestre de cada ano, ingressam cerca de 280 alunos (140 por meio do SiSU ([RABELO, 2017](#)) e 140 por meio do PAS ([CESPE, 2016](#))). Ainda que haja uma taxa de evasão de aproximadamente 15 % ([APUK, 2016](#)) no campus, a atual estrutura é incapaz de acomodar toda demanda.

Ironicamente, a falta de tecnologia é outro problema enfrentado. A falta de equipamentos necessários para realização de aulas e da atividade de pesquisa. Além disso, o processo de chamada é feito de um modo arcaico e passível de erros e fraudes, o que exige tempo e esforços dos professores.

Por fim, outra adversidade observada é o controle de acesso à faculdade. Tendo em vista que qualquer pessoa pode acessá-la sem nenhum monitoramento, o ambiente é comumente assaltado e vandalizado.

## 2 Requisitos

A Engenharia de requisitos estuda como coletar, entender, armazenar, verificar e gerenciar requisitos. Sua principal preocupação é entender e documentar quais são os requisitos reais do sistema (BELGAMO; MARTINS, 2000). Ela é dividida em diferentes fases: Elicitação, Análise, Especificação, Verificação e Gerenciamento.

A Elicitação é definida como o processo de compreensão dos requisitos dos stakeholders (YOUSUF; ASGER, 2015), e é o primeiro estágio para a construção do entendimento sobre o problema. Para isso existem diferentes técnicas para que os requisitos sejam coletados de maneira correta e eficiente. Neste projeto foram utilizadas duas técnicas: Questionário e Brainstorming.

A aplicação de questionários é um dos métodos de elicitação de requisitos de menor custo. Esta técnica costuma alcançar uma grande quantidade de pessoas, em menos tempo e com baixo custo (GUNDA, 2008). Para aplicar esta técnica foi utilizada a ferramenta Google Forms, que permite o compartilhamento do questionário em diversas redes sociais. As respostas são fornecidas pela plataforma em texto, quando as questões são dissertativas, ou em gráficos, como mostra a figura a seguir.

Figura 1 – Questionário sobre problemas da FGA



Brainstorming é uma técnica de grupo utilizada para criar novas ideias para o projeto e/ou encontrar soluções para um problema específico, além de possibilitar o diagnóstico de problemas em pouco tempo. São conduzidos como uma conferência reunindo de seis a dez membros, onde cada membro tem o direito de explanar suas ideias em um certo período de tempo. Esta reunião possui um mediador, que define a questão a ser discutida (GUNDA, 2008).

Esta técnica foi aplicada por meio de uma reunião com toda a equipe, onde, baseadas nos requisitos fornecidos na descrição do projeto do prédio inteligente, as ideias geradas foram anotadas em um documento editável no Google Drive. Ao longo da semana, todos os membros da equipe poderiam continuar escrevendo suas ideias no documento, que foram discutidas e priorizadas na aula seguinte, novamente com toda a equipe. Nesta reunião foi realizada a Análise dos requisitos gerados pelas técnicas de elicitação.

Estes requisitos foram documentados no Backlog do Produto, mostrado na figura 2, onde os requisitos foram agrupados visando a rastreabilidade vertical, partindo de grandes blocos mais genéricos chamados Épicas, que são divididos em partes menores chamadas Features.

### 3 Escopo

Para a realização do projeto Prédio inteligente deve-se definir as especificações do limite que contempla o projeto, para isso foi necessário definir os requisitos e analisá-los e aplicar alguns métodos para facilitar a definição do escopo como o dos 5W e 2H representado abaixo:

- 1-What -O que será feito ?
- 2-Who- Por quem será feito ?
- 3-Where- Onde será feito ?
- 4-When-Quando será feito?
- 5-Why-Por que será feito?
- 6-How-Como será feito ?
- 7-How Much- Quanto custará?

Dessa forma o escopo foi definido como sendo o Prédio Sustentável inteligente da Faculdade do Gama(FGA) e pode ser melhor observado na EAP visto que a mesma guia a equipe para o término do projeto,não incluindo geração de energia ou algum sistema tecnológico para outra parte do campus exceto o estacionamento parte fundamental do campus que ainda não foi concluída e pode ser resolvida com ideias que possuem nesse projeto , esse escopo foi decidido com base: no alto custo financeiro para suprir toda demanda energética do campus, futuras alterações de estruturas e dimensões dos prédios já construídos e pelo tempo de entrega do projeto.Por fim,foi realizado um escopo para que futuramente a Universidade de Brasília pudesse aproveitá-lo para a construção do novo prédio trazendo assim conforto e ferramentas necessárias para todos que necessitam do mesmo para absorver conhecimento.(stakeholders). Outra subdivisão do nosso projeto, trata da parte de controle de acesso, que é responsável por monitorar todo o acesso de pessoas feito neste nosso prédio tecnológico dentro da FGA. Levando em conta que o nosso trabalho é feito em uma universidade federal, não podemos fechar completamente o acesso à universidade, entretanto nosso objetivo é selecionar quem terá ou não acesso a partes específicas dentro do novo prédio.

Inicialmente a ideia é restringir uma parte do estacionamento só para alunos matriculados na faculdade, e para que seja liberada a entrada, é necessário a liberação automática mediante apresentação de carteirinha, em seguida, o acesso também será restringido nas salas e laboratórios com trancas que serão acopladas nas portas, no caso de laboratórios e salas com equipamentos mais sofisticados, somente será autorizada a entrada

com um professor como responsável pelo uso do ambiente, e no caso das salas simples, também haverá necessidade de um responsável, contudo, poderá ser tanto aluno, monitor ou professor. A frequência também será averiguada mediante carteirinha em um aparelho eletrônico portátil que cada professor possuirá. Essa tecnologia e modo de segurança já é utilizado em várias universidades do mundo e especialmente em algumas faculdades particulares em Brasília e por isso é uma ideia a ser implementada dentro da UnB principalmente por questão de segurança.

Na parte estrutural do projeto serão aplicados materiais inteligentes e sustentáveis para amenizar a produção de resíduos e consequentemente o impacto no meio ambiente. Além disso, serão consideradas algumas adaptações sobre o uso das salas para se possa receber o sistema de automação e também quais serão destinadas a laboratórios ou salas de aula, de acordo com as necessidades dos usuários. Por fim, haverá a alteração da posição dos elementos usados em sala para melhorar o impacto que os mesmos têm no aprendizado.

Para a produção energética foi considerada duas formas para suprir a demanda energética da FGA a primeira e principal é a geração de energia por meio de placas fotovoltaicas e a segunda sendo utilizada como reserva será por meio de um gerador movido a biodiesel.

### 3.1 Backlog do Produto

Conforme discutido no capítulo 2, o *backlog* do produto foi definido com os requisitos agrupados em uma rastreabilidade vertical, seguindo do mais abstrato (ou alto nível) para o mais específico (ou baixo nível).

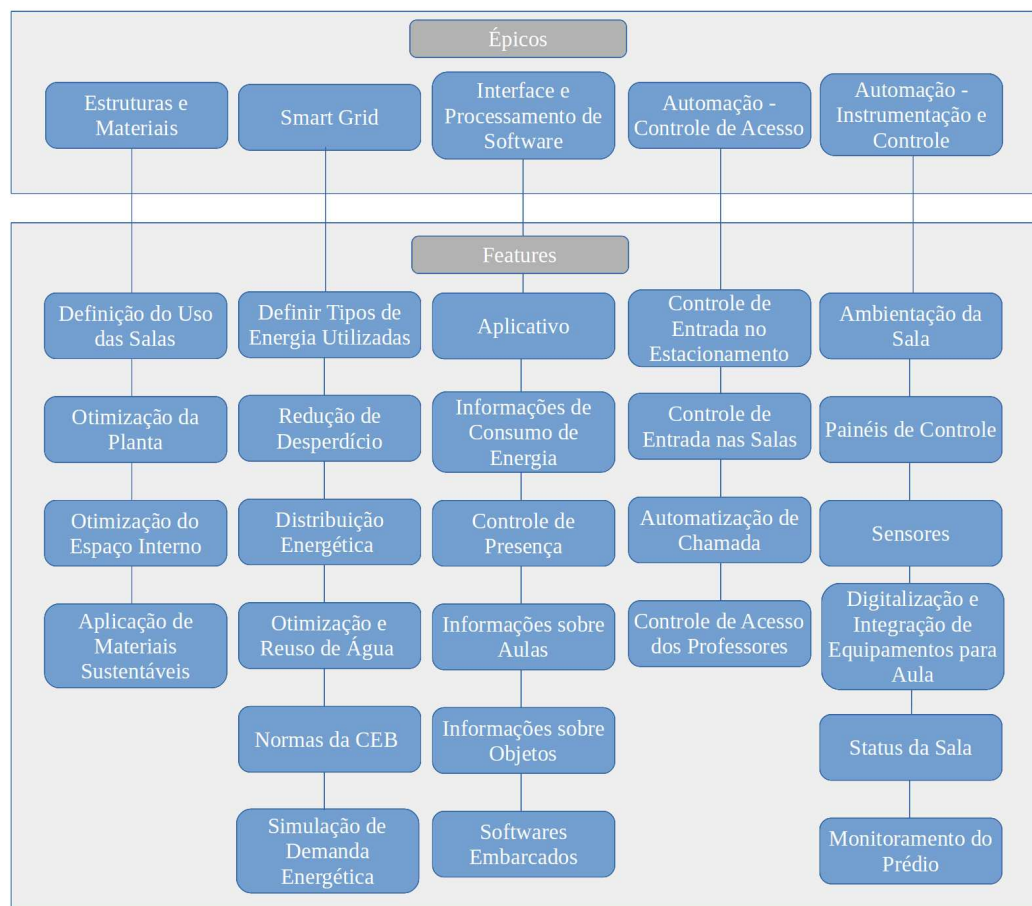


Figura 2 – Backlog do Produto





## 4 Metodologia

### 4.1 Introdução

*“Ninguém, com toda certeza, é capaz de assumir a liderança em todos os campos, pois para um homem os deuses concederam as proezas da guerra, a outro, a dança, para um outro, a música e o canto, e, num outro, o todo poderoso Zeus colocou uma boa cabeça” - Homero*

A administração de pessoal foi caracterizada como uma das atividades mais exigentes deste projeto, devido ao tamanho da equipe: 35 alunos. Portanto, organização do time tornou-se crucial para o bom desenvolvimento do projeto.

Ademais, nenhum membro participante jamais trabalhou em um projeto desta dimensão, portanto não há experiência prévia quanto à administração e liderança.

Esses foram motivos que levaram à escolha de uma gestão descentralizada. A metodologia aqui escolhida foi baseada no SAFe, framework que será descrito posteriormente.

Designou-se cinco líderes para os grupos formados (descritos em 4.3.1). Todas as decisões são tomadas, então, à partir de um conselho de líderes (ou gerentes), ao invés de apenas um membro. Foi designado, ainda, um gerente geral (externo aos grupos e, portanto, imparcial), para a tomada de decisões em caso de eventualidades. Se, porventura, houver alguma discordância entre os membros da gerência, será realizada uma reunião destes com o gerente geral, que auxiliará na tomada de decisão mais adequada.

### 4.2 Scaled Agile Framework (SAFe)

SAFe é um framework que propõe boas práticas de desenvolvimento ágil, tendo uma estrutura baseada em práticas e padrões propostos e consolidados em outros frameworks, como: Lean, XP (eXtreme Programming), Scrum e Kanban (SILVA et al., 2016).

Este framework suporta o desenvolvimento em pequenas escalas (menos de 100 pessoas), mas tem o grande foco no desenvolvimento empresarial com grandes e complexas produções de software.

Derivados dos lean e ágil, o SAFe apresenta os seguintes princípios:



## 4.3 Integração Entre as Engenharias

Por ser um projeto feito no tronco comum de matérias da universidade, este dispõe de habilidades e conhecimentos de todas as engenharias disponíveis: software, energia, eletrônica, aeroespacial e automotiva.

Somado à isso, o fato do projeto tratar-se de um prédio sustentável e tecnológico permite a participação de todas as engenharias trabalhando juntas, visto os muitos aspectos que tal edificação demanda.

Em primeiro plano, a Engenharia de Energia trabalha principalmente com a solução Smart Grid do projeto, fazendo com que toda a solução energética seja inteligente e trabalhe com a possibilidade de falhas. A Engenharia Eletrônica trabalha na parte de instrumentação eletrônica, como mesas inteligentes, sensores de presença nas salas, e no controle de acesso ao prédio. Em relação às Engenharias Aeroespacial e Automotiva, existe pouca aplicação direta do seu conhecimento no projeto. Todavia, há muita contribuição indireta desses grupos principalmente na área de estrutural do ambiente, isto é, na formação física da construção, a forma em que serão organizadas as salas e laboratórios, os materiais mais adequados ao uso, entre outros fins. Por outro lado, a Engenharia de Software trabalha como um elo de todo o projeto, uma vez que todas as áreas dependem, direta ou indiretamente, de um sistema que processe as informações e as disponibilizem para os interessados.

Em síntese, a interação das engenharias no projeto é claramente vista, em consequência da diversa gama de conhecimento necessária para a idealização, projeção e construção do prédio. É importante ressaltar que, ainda que uma área não trabalhe diretamente com uma das engenharias, sua contribuição será indireta em outros âmbitos.

### 4.3.1 Divisão de Grupos

Com base na interdisciplinaridade de todas as áreas, a turma optou por não dividir grupos com base nos cursos, e sim em áreas de conhecimento e atuação. Dessa forma, duas ou mais engenharias puderam se agrupar de modo a maximizar a diversidade de conhecimentos envolvidos, propondo uma solução mais adequada ao projeto.

A divisão dos grupos ficou como se segue:

- **Estrutura e Materiais:** Responsável pela escolha e aplicação de materiais inteligentes na estrutura, otimização da planta e organização do espaço interno.
- **Smart Grid:** Responsável pela escolha e dimensionamento, de forma eficiente, do tipo de energia a ser utilizada para suprir a demanda energética da FGA.

- **Automação 1 - Controle de Acesso:** Responsável pelo controle de acesso à universidade, salas e laboratórios, além do registro de frequência durante as aulas.
- **Automação 2 - Instrumentação e Controle:** Responsável pela implantação dos dispositivos de instrumentação e controle do prédio. Isto engloba sensores, equipamentos de automação das salas e os equipamentos de controle e processamento destes dados.
- **Interfaces e Processamento de Software:** Responsável pelo processamento de todos os dados fornecidos pelos grupos anteriores, bem como sua disponibilização aos usuários por meio de interfaces gráficas.

## 5 Ferramentas

Comunicação é parte essencial de um projeto, especialmente em um baseado em metodologias ágeis. Segundo Potsch ([POTSCH; ANDRADE, 2009](#)), de 2005 a 2008 a comunicação foi reiteradamente considerada como o problema mais freqüente no gerenciamento de projetos.

Em vista disso, a comunicação entre os membros do projeto foi explorada em todos os mecanismos disponíveis, sejam eles físicos ou virtuais. Segue-se uma breve descrição das ferramentas utilizadas para a gestão do projeto e das equipes participantes, bem como o propósito delas.

### 5.1 Comunicação

Ferramentas de comunicação utilizadas:

- **Google Hangouts:** Ferramenta de comunicação em chat e videoconferência. Utilizada para reuniões não presenciais entre as equipes.
- **Whatsapp:** Aplicativo de troca de mensagens instantâneas para celular. Utilizado para comunicação rápida e/ou informal entre as equipes do projeto.

### 5.2 Rastreabilidade

Ferramentas de rastreabilidade utilizadas:

- **Google Drive:** Ferramenta de armazenamento e compartilhamento de documentos, apresentações, formulários entre outros tipos de arquivo. A ferramenta utilizada para o compartilhamento e confecção de documentos.
- **Podio:** Plataforma usada para administração de empresas, projetos, recursos humanos, finanças entre outros fins. Nesta plataforma disponibiliza vários aplicativos que tem funções de acordo com a necessidade do usuário. Para o projeto serão usados os aplicativos Kanban, Calendário e a função de Tarefas. O primeiro aplicativo será utilizado para gerenciar as tarefas a serem realizadas. O segundo será usado para controle do cronograma e datas de entrega, e o último aplicativo para delegação de tarefas. É possível que mais algum aplicativo venha a ser utilizado de acordo com as necessidades da equipe.



## 6 EAP

A Estrutura Analítica de Projetos (EAP), é uma ferramenta visual que é feita a partir da decomposição das etapas do projeto em ordem cronológica. Ela funciona como um facilitador para a identificação de cada etapa do projeto, facilita os processos de gerenciamento e entregas bem como a estimativa de esforço, custo e duração do mesmo. Além da principal função, a definição do escopo do projeto. A EAP é representada em diagrama, começando do tópico mais geral, em seguida as principais etapas, e por fim as entregas que cada etapa necessita.

Para o projeto do Prédio Inteligente elaborou-se uma EAP para que fosse mais fácil a visualização das etapas que devem ser seguidas, além da definição do escopo do mesmo. Essa ferramenta também serve para que todos da equipe tenham acesso à modo que o projeto será desenvolvido. Sendo assim, as fases principais foram divididas em: Planejamento, Justificativa das Soluções e Viabilidade Econômica. Implicitamente estas fases representam os Pontos de Controle 1, 2 e 3 respectivamente. Consequentemente, foram definidas as entregas que devem ser feitas para cada Ponto de Controle.

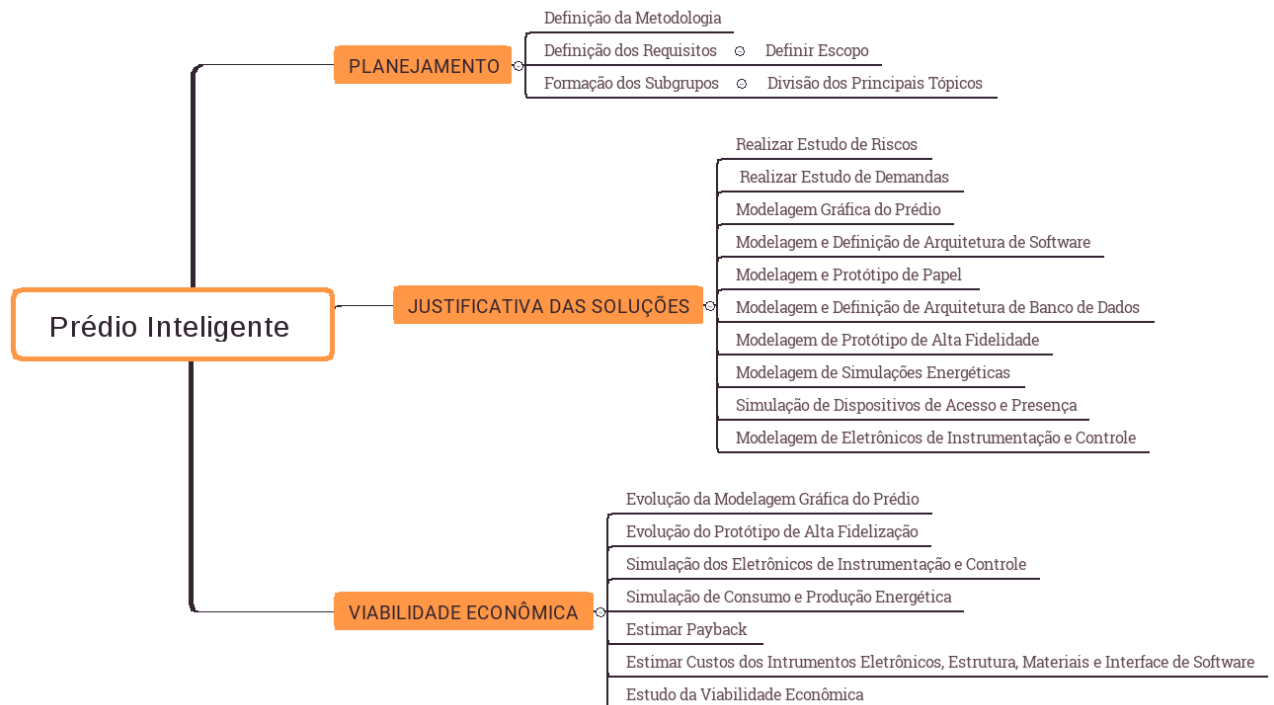


Figura 4 – EAP do Projeto Prédio Inteligente





## 7 Canvas

O Canvas é uma ferramenta de planejamento estratégico criada para esboçar modelos de negócio. Essa ferramenta é um mapa visual de novo blocos que descrevem o modelo de negócio que o usuário deseja produzir.

Segue-se o Canvas elaborado para este projeto.

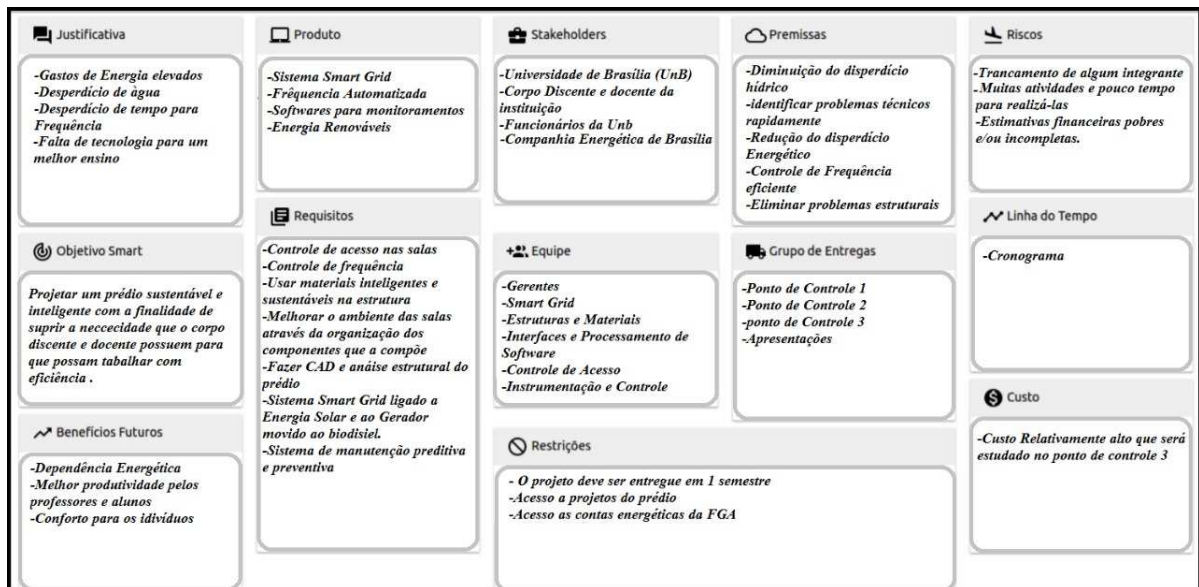


Figura 5 – Canvas do Projeto Prédio Inteligente



## Parte II

### Soluções Apresentadas



## 8 Introdução

Neste capítulo abordaremos todas as soluções idealizadas para o projeto. O capítulo está dividido conforme os grupos descritos na subseção [4.3.1](#).



## 9 Estruturas e Materiais

### 9.1 Otimização da Planta

Neste projeto, foi utilizada como base a planta baixa dos prédios já existentes na Faculdade do Gama, Universidade de Brasília. Porém foi observado que seriam necessárias algumas mudanças para alcançarmos nossos objetivos com este projeto. Salas de aula serão alteradas de forma a otimizar tanto luminosidade, quanto ventilação; e laboratórios serão acrescentados no projeto visto que é perceptível a insuficiência do número de laboratórios numa faculdade de engenharias que possui alta demanda.

Similarmente, para realizar este projeto, foi necessária uma adaptação de elementos relativos a automação predial à um projeto de construção civil comum com integração do sistema Smart Grid, dando ênfase na sustentabilidade. Um sistema de automação pode ser centralizado ou distribuído. Os centralizados são aqueles que utilizam uma seção especificamente para o controle dos dispositivos, tanto para receber quanto enviar sinais. Os sistemas distribuídos são considerados descentralizados porque utilizam de diversos dispositivos, cada um com uma função específica dentro do sistema, sendo distribuídos por toda instalação e interligados por uma rede (DIAS, 2004).

Considerando que a rede de automação a ser implementada possui um sistema centralizado, viu-se a necessidade de um local específico para controlar e monitorar o sistema. Já para promover a integração do Smart Grid ao projeto, foi constatado que o melhor ponto para a instalação das placas fotovoltaicas seria no telhado, onde há maior contato com sol, menor projeção de sombras e resguardado de contato de animais e pessoas. Quanto à posição da placa, esta deverá estar voltada para o norte.

Por mais que a representação da parte estrutural do projeto pudesse ser feita a mão, através de desenho técnico, viu-se a necessidade de realizar uma representação mais para que se possa realizar uma análise estrutural. Sendo assim, para garantir que os materiais escolhidos vão suprir as necessidades estruturais serão desenvolvidos, com a ajuda de softwares, o modelo 3D do prédio e a simulação dos esforços. Foram levantadas algumas possibilidades para a utilização dos softwares, visto que há uma gama de opções. Para elaboração dos desenhos tanto em 2D, quanto em 3D, e sua renderização, estamos considerando a utilização do “AutoCad”, do “SketchUp” e o “Revit”. Para a simulação, o “ANSYS” será considerado.

Em relação ao “SketchUp” é levado em conta a facilidade na utilização do programa, e o fato de sua biblioteca online de modelagem de interiores ser bem completa. Quanto ao Revit, é um programa que tem melhor aplicação para modelagens arquitetô-

nicas, hidráulicas e elétricas. O AutoCAD é semelhante ao Revit, porém é necessário que as etapas do desenho sejam feitas separadamente.

Para definir qual será utilizado, será levado em consideração o programa que suprir as necessidades do projeto da melhor forma. Serão analisados quesitos como facilidade de aquisição, facilidade de utilização, biblioteca, melhores ferramentas.

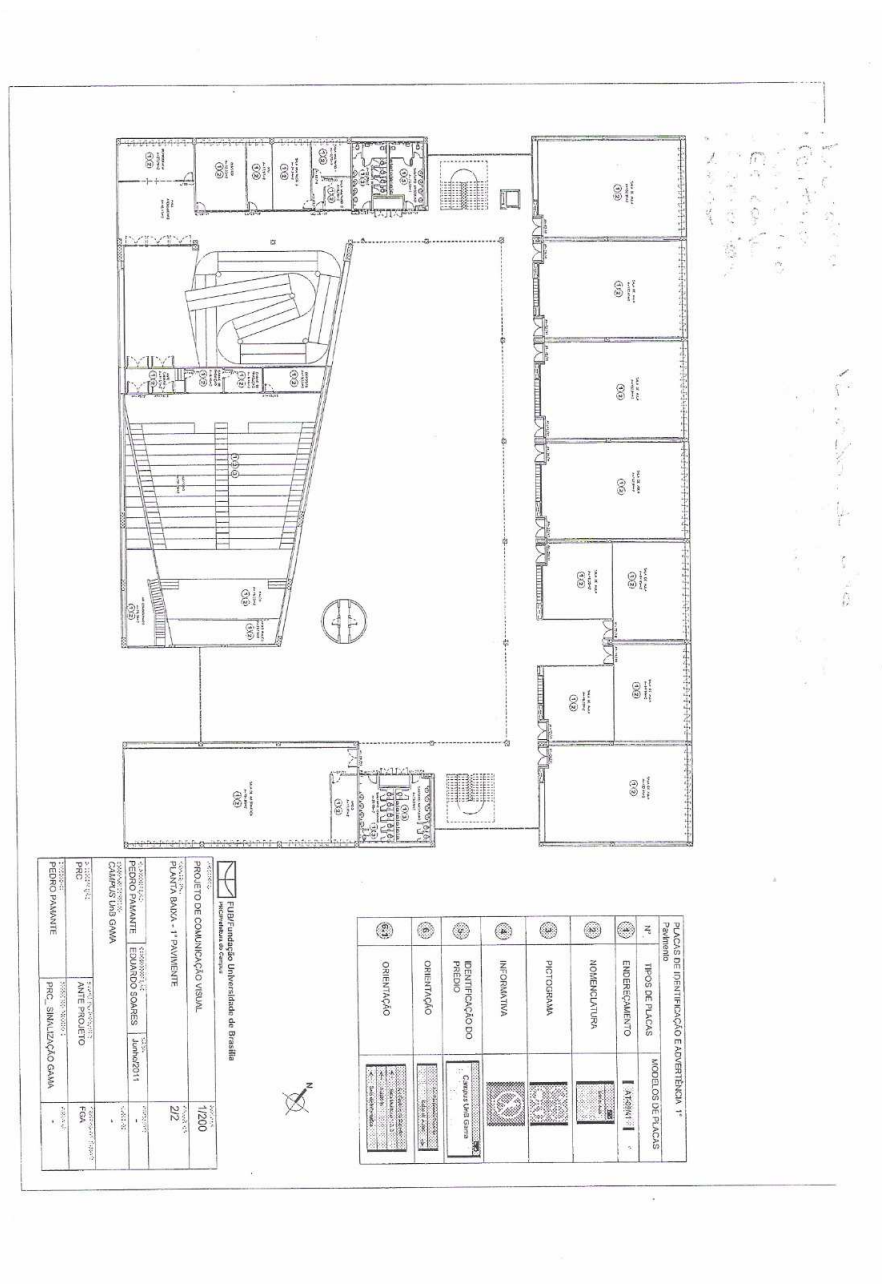


Figura 6 – Planta Baixa - Primeiro Pavimento



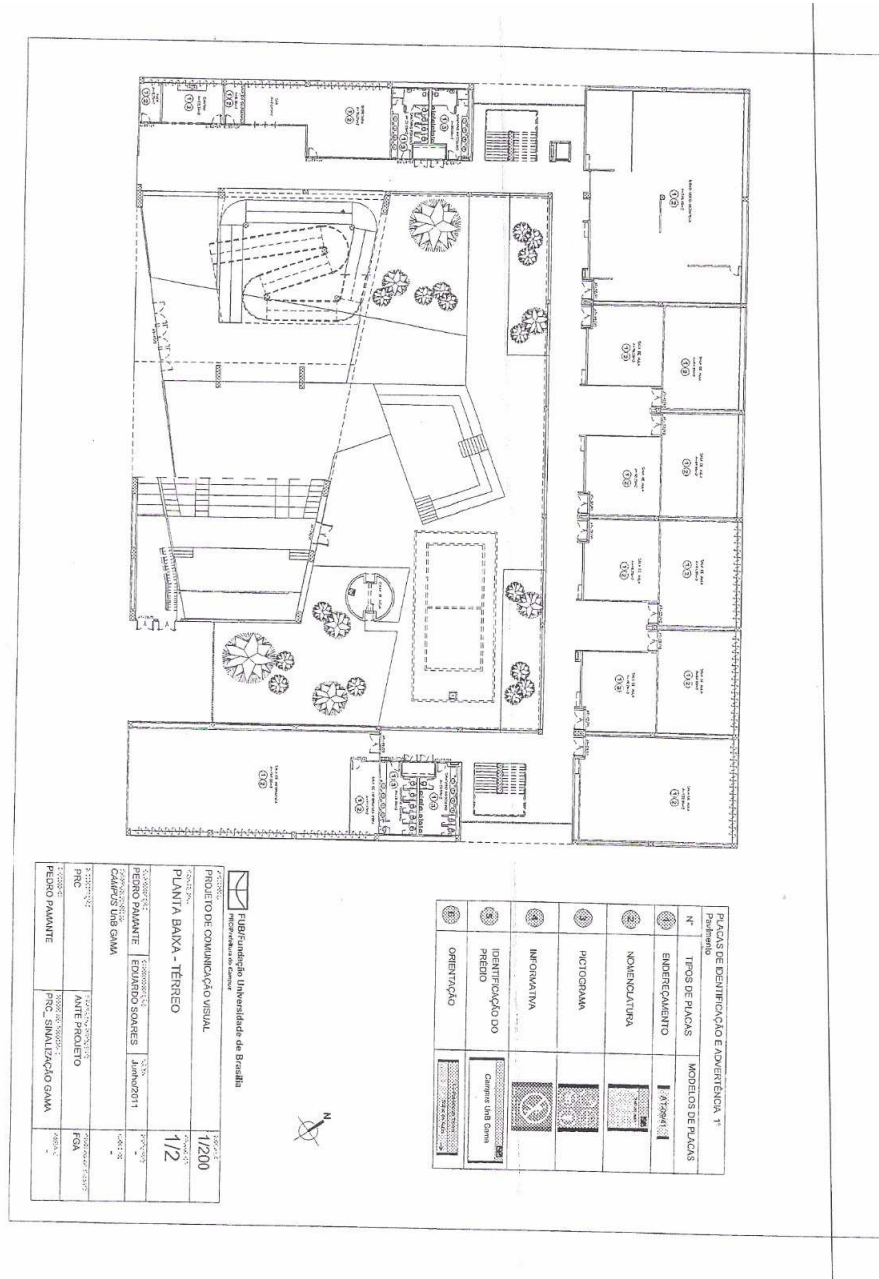


Figura 7 – Planta Baixa - Térreo

Um dos requisitos deste prédio é que seja uma estrutura inteligente e que aproveite ao máximo os recursos disponíveis, tal como a luz natural proveniente do sol. Para tal, a disposição do prédio em relação à posição do sol é de extrema importância para que se possa ter o máximo proveito dentro do ambiente do prédio, garantindo a economia de energia elétrica. Visto que o Brasil localiza-se no hemisfério sul a melhor opção é posicioná-lo voltado para o norte geográfico, o qual garante maior taxa de iluminação natural ao longo do dia.

Alguns fatores devem ser levados em consideração, como o conforto visual, que é definido como condições pela qual um ser humano consiga exercer atividades em deter-

minado ambiente sem forçar suas vistas (GARROCHO, 2005).

Para que o projeto possa ter uma boa iluminação natural, é necessário que se tenha aberturas ou materiais que permitem a passagem de luz, de modo que a luz penetre no recinto e se tenha a luminância bem distribuída na área desejada. Outro fator que deve ser levado em consideração para a otimização da iluminação na estrutura é o índice de luz solar que predomina na Faculdade do Gama ao longo do ano. Para isso, tem-se a representação gráfica abaixo:

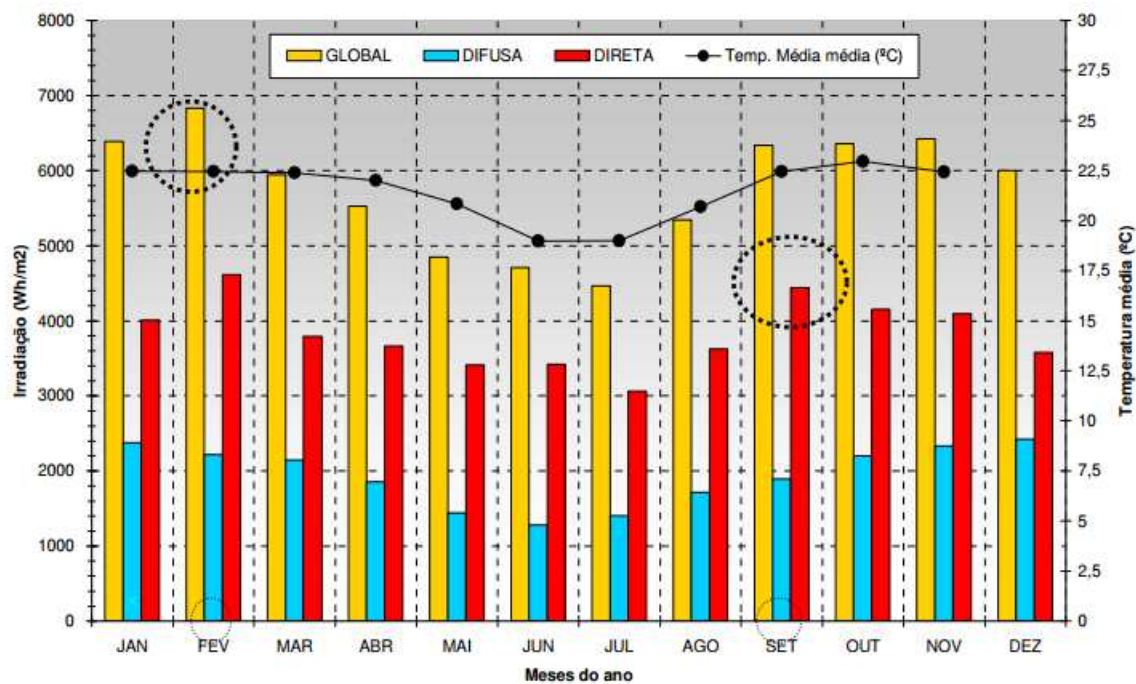


Figura 8 – Nível de luz solar incidente em um plano horizontal em Brasília

Além da iluminação, outro fator influencia diretamente no conforto dos estudantes do Campus: a ventilação no ambiente das salas de aula. Nos prédios já construídos, um dos problemas mais relatados por parte dos alunos foi a má ventilação em sala de aula, visto que há pouco ar circulando, o que gera a sensação de calor e desconforto durante as aulas, principalmente em períodos no qual a temperatura de Brasília é mais elevada, ocasionando um ambiente abafado e incômodo para se estudar.

Para amenizar esse problema, é possível usar de uma propriedade física para conseguir uma ventilação natural, que é a utilização do efeito chaminé. Esse, consiste em ter aberturas em diferentes níveis, de forma que faça com que o ar circule através de correntes de convecção, ou seja, o ar mais quente por ter uma densidade menor que o ar mais frio irá subir e se dispersar na abertura superior, de forma que elimina o calor presente no ambiente e ainda mantém a circulação de ar dentro do ambiente, de uma forma que além de natural, é barata.

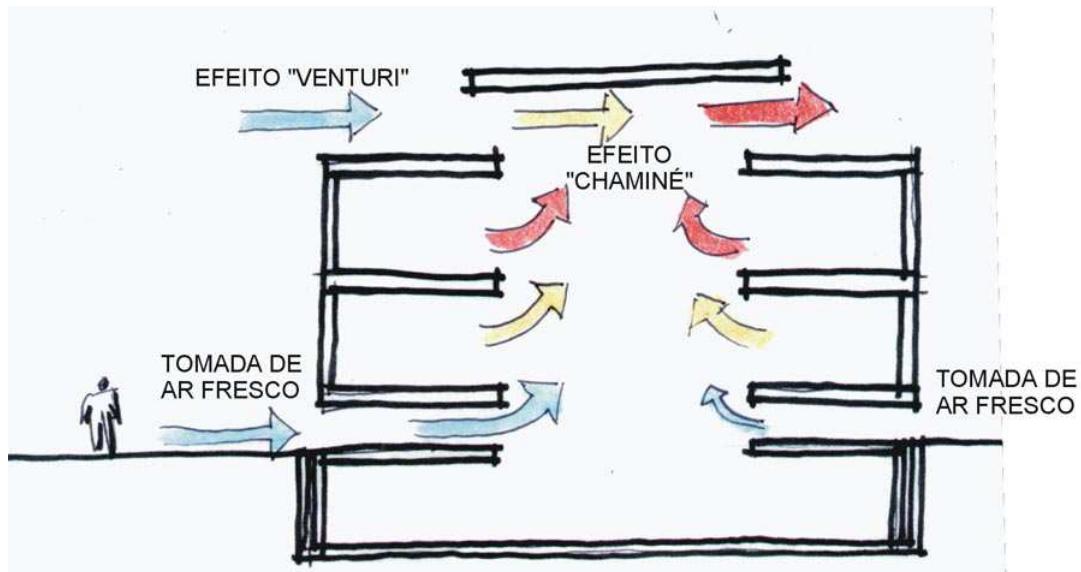


Figura 9 – Representação do efeito chaminé

## 9.2 Organização Interna

Um dos problemas que o atual prédio de salas de aula da FGA enfrenta é o mau posicionamento dos quadros. Em muitas salas o quadro está muito alto forçando o professor a usar um tablado para alcançar o mesmo e em outras salas está tão baixo que é necessário que o professor só use da metade para cima. Segundo (MORO, 2005) o mobiliário da sala de aula como outros fatores físicos, são grandes influenciadores no desempenho, segurança, conforto e comportamento dos alunos. Assim (LUZ et al., 2005) afirma que um quadro mal posicionado pode ocasionar o esgotamento dos pequenos músculos ligados aos globos oculares, podendo causar tensão e desconforto em graus mais avançados.

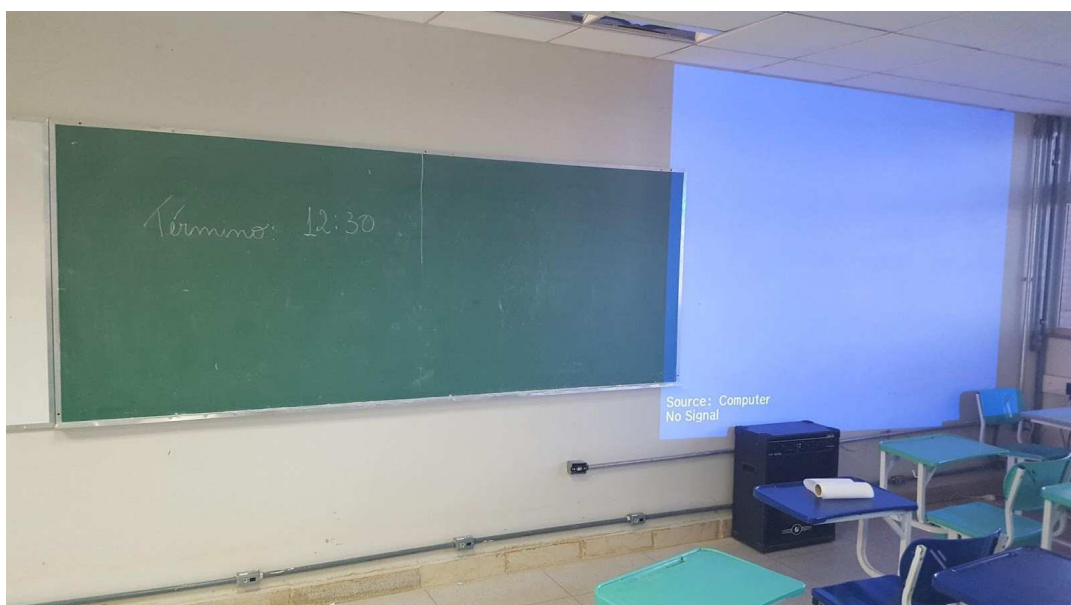


Figura 10 – Local onde são projetadas as imagens de powerpoint

Desta forma podemos também fazer um comparativo com a posição dos projetores. Muitas vezes quando o professor utiliza o powerpoint, a imagem projetada apresenta baixa nitidez devido a luminosidade que entra pelas janelas e muitas vezes há complicações para enxergar uma parte da imagem que fica entre o quadro e a parede. Outro agravante é a necessidade de subir em carteiras para ligar e desligar esses equipamentos, o que pode comprometer a segurança dos usuários.

Para a questão da projeção da imagem, a solução consiste em colocar a lona de projeção e o projetor em um local da sala cuja luminosidade proveniente das janelas não atrapalhe a imagem projetada. Já para ligar o dispositivo, a solução deste problema é a extensão do mecanismo que liga e desliga o projetor para um local próximo ao professor, onde ficam os cabos que conectam o projetor ao computador.

O posicionamento das carteiras em sala de aula é dependente do posicionamento do quadro e projetor. Em grande parte das salas de aula as turmas são muito grandes, então os alunos que escolhem um assento no fundo da sala tem uma dificuldade para enxergar o quadro. A solução para esse problema é a construção de um tablado de madeira com vários níveis similar a um anfiteatro, mas adaptado para as dimensões da sala. Assim, todos os alunos vão ter acesso visual ao quadro.

Assim, a compreensão do conteúdo de sala de aula pode acabar sendo prejudicada pelos ruídos. Desta forma (RUSSO, 1999) diz que:

Algumas vezes, essa tarefa pode ser comprometida pela intensidade insuficiente ou exagerada da voz do professor, por problemas de articulação, dificuldade de pronúncia ou vocabulário desconhecido, ou pela ausência da pista visual, quando o professor está escrevendo na lousa, voltando as costas para os alunos. Outras vezes é o ruído excessivo, tanto no interior quanto fora da sala de aula, nos corredores da escola, que exerce um efeito mascarante deletério sobre a mensagem falada.

Tendo em mente esse conceitos uma forma inicial para a amenização do problema acústico da sala de aula é a instalação de caixas de som e disponibilização de microfones para os professores. Serão instaladas caixas de som acima do quadro da sala de aula e estará a disposição do professor um microfone para que ele possa ser ouvido por toda a sala.

Devido ao crescente uso de recursos tecnológicos em sala de aula, tomadas são essenciais. Porém, a localização das tomadas, no fundo e laterais da sala, força o aluno que precisa destas, escolher um assento no fundo da sala dificultando sua visão do quadro e do projetor. Para solucionar o problema pode-se incorporar a solução de outro mencionado mais acima. As tomadas podem ser incorporadas ao tablado que será construído para se colocar as carteiras. Assim, pode-se colocar uma tomada perto de cada carteira, aumentando as opções de escolha do lugar onde o alunos deseja se sentar e também a acessibilidade a este recurso.



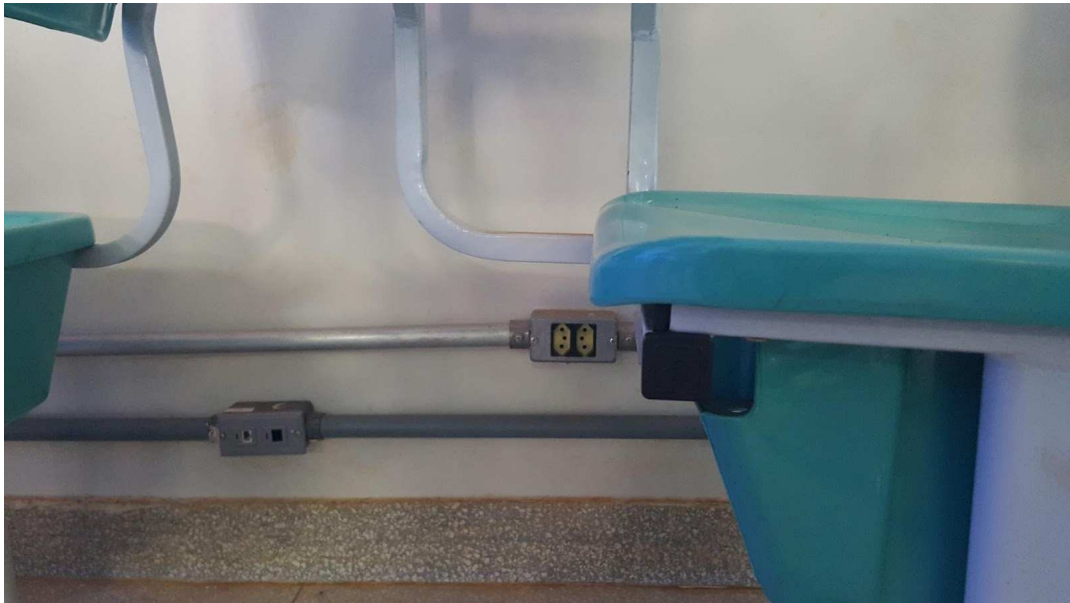


Figura 11 – Tomada na lateral da sala

Por fim, a climatização da sala, que de acordo com o questionário respondido pelos alunos, é um dos problemas mais agravantes na sala de aula, juntamente com a poeira, é atualmente feita apenas por intermédio de janelas. Apesar de não ser uma solução muito ecológica, a melhor opção para amenizar esse problema é o uso de ar condicionados, visto que ao abrir as janelas. Que serão posicionados ou no fundo da sala ou na lateral oposta às janelas, dependendo do formato ou da localização da sala.

Exemplo de posicionamento de quadros, carteiras, caixas de som e projetores na Unicamp:



Figura 12 – Sala de Aula na Unicamp

### 9.3 Materiais

O desenvolvimento da construção de um edifício passa por várias etapas. Assim, explicitamos, neste estudo, os materiais utilizados nas etapas gerais de uma obra, levando em conta que elas podem acontecer simultaneamente. Sendo essas: fundações, estruturas/superestruturas, alvenaria, cobertura, acabamentos e revestimentos, esquadrias, pinturas e texturas.

Conforme AZEREDO (1997, pg. 29), fundações, “são os elementos estruturais destinados a transmitir ao terreno as cargas de uma estrutura”. DELILABERA (2011) diz que “a escolha de um sistema de fundações depende de muitas variáveis envolvidas, como: a intensidade dos esforços solicitantes nas fundações [...] a topografia do terreno [...] o custo das fundações, o perfil geotécnico do terreno”. A solução que pode diminuir os impactos ambientais causados pelo uso de concreto seria o uso de concreto de alto desempenho (CAD). Segundo SILVA (2010, pg. 1), “grandes vantagens econômicas e estruturais são obtidas com a utilização do CAD, tais como: redução das seções dos elementos de concreto (pilares), baixa porosidade, baixa permeabilidade, elevada resistência ao desgaste e menor tempo e custo de manutenção”. Levando em conta essas e outras vantagens constata-se que os concretos de alto desempenho são mais sustentáveis que os concretos de resistência usual.

A Superestrutura é um elemento de uma estrutura que se projeta acima da linha de base. No caso de um edifício, representa geralmente a parte do edifício situado acima do solo. Essa estrutura é formada por pilares, vigas, lajes, dentre outros componentes estruturais. Atualmente na construção civil o material predominantemente usado para estruturas é o concreto armado; outras opções são: aço, madeira e compósitos. Priorizando sempre os requisitos de aspecto sustentável do projeto, a melhor alternativa é o uso de estruturas metálicas uma vez que de acordo com ZAPAROLLI(2014):

Estruturas de aço foram consideradas mais amigáveis ao meio ambiente do que as de concreto, madeira ou as de compósito. Isso é resultado da união de dois fatores, o peso relativamente baixo do aço e a facilidade de reaproveitamento do material empregado, uma vez que o aço pode ser reciclado infinitamente.

De acordo com CAMPOS: “A vedação por meio de blocos pré-moldados reduz o tempo de execução da obra, propicia maior controle de qualidade e é mais sustentável do que o processo convencional”. (2012, pg. 56) Atualmente, já são produzidos os chamados concretos ecológicos onde é possível substituir até 70% de areia natural e 100% de pedra por materiais reaproveitados. É uma opção barata e sustentável para a confecção desses blocos. Os materiais são resultantes da construção ou demolição de edificações e constituem grande volume do resíduo das cidades.

Para a cobertura, uma alternativa moderna e econômica são as lajes nervuradas. Podem ser feitas com concreto ecológico e sua forma geométrica reduz o consumo de aço e concreto em até 30%, diminuído também o peso total da estrutura.

Os materiais comumente utilizados para esquadrias são: madeira, alumínio, aço e sintéticas. As esquadrias sintéticas de PVC mostram uma gama de vantagens em sua aplicação como: excelente desempenho térmico e acústico, leveza, fácil manutenção, alta resistência e durabilidade, grande estabilidade dimensional e alto índice de vedação e estanqueidade.

Para a pintura e textura serão utilizadas tintas ecológicas feitas a partir de diferentes matérias-primas naturais que não possuem solventes e metais pesados encontrados em pigmentos sintéticos. “É um material atóxico e inodoro, resistente às intempéries, de longa durabilidade, não trinca, não desbota, não descasca e quando descartado na natureza se reintegra sem impactar negativamente”. SOUZA (2011)

Com o recente senso de responsabilidade ecológica e a aplicação dos conceitos de sustentabilidade na construção civil, diversos materiais estão sendo desenvolvidos buscando ser mais eficientes e menos agressivos ao ambiente. No entanto, poucas opções estão disponíveis no mercado ou são produzidos em larga escala, o que torna esses materiais inviáveis ao projeto. Dessa maneira em alguns casos, ainda que existam soluções mais tecnológicas e avançadas, foi necessário se ater a materiais que favorecem disponibilidade, custo e fácil manuseio.





## 10 Smart Grid

O desperdício energético é uma realidade na FGA. A Faculdade do Gama muitas vezes ultrapassa o limite estabelecido pela concessionária (Companhia Energética de Brasília).

Pode-se abordar diversos pontos quanto à desperdício energético na FGA. A estrutura dos prédios, por exemplo, dificulta a entrada de luminosidade no local, fazendo com que as lâmpadas fiquem acesas durante todo o dia, mesmo sem aulas no local. Outro exemplo são os laboratórios de informática: diversos computadores ficam ligados à tomada durante todo o dia, ainda que não utilizados durante todo o tempo. Existem, ainda, outros exemplos de desperdício energético que serão abordados durante o desenvolvimento do projeto.

Com o objetivo de mitigar os problemas de desperdício energético apresenta-se o Smart Grid: um sistema inteligente de integração entre fontes de produção energética. Essa solução que pode ser dividida em duas partes: a primeira remete à geração monitorada de energia, onde o sistema monitora o quanto de energia está sendo produzida e consumida, e armazena esses dados em um banco para futuras análises.(MEDEIROS, William) A segunda parte é definida como um sistema que monitora em tempo real, através de uma rede, problemas que eventualmente podem ocorrer no sistema (como os exemplos de desperdício de energia, cabeamentos com defeitos etc) isolando-os e restaurando o resto do sistema para continuar a sua operação.(FRACARI, Fabiano)

A proposta do projeto é criar um sistema automatizado para o funcionamento das duas etapas do Smart Grid. Utilizaremos um sistema de geração de energia através de fontes renováveis, e essa geração será controlada pelo sistema Smart Grid que guardará os dados de geração/consumo diários, para análise de Gestão e Eficiência Energética.

Esse armazenamento de dados automático é uma das vantagens do sistema, pois diminui consideravelmente a possibilidade de falhas e ainda oferece um planejamento mais eficiente na produção e na distribuição de energia para o Prédio. Além disso, o sistema apresenta uma confiabilidade e uma flexibilidade da rede além do sistema da rede elétrica comum por se tratar de um sistema automático e permitindo que mudanças e/ou reparos possam ser implantados em pontos específicos de acordo com a necessidade sem muito prejuízo ao sistema como um todo(MEDEIROS, William). O sistema também colabora com o desenvolvimento sustentável ao evitar desperdícios e ao ter sua excelente aplicação a fontes renováveis.

Uma desvantagem que iremos analisar é em relação ao custo benefício da implantação deste sistema, que será mais estudado e orçado futuramente.Geralmente o

sistema é aplicado à redes que interligam uma cidade inteira. Na Europa é crescente o número de implantação de redes inteligentes pois a União Europeia fixou como meta 80% de medidores inteligentes aplicados à rede até 2020. Já no Brasil o sistema não é aplicado em cidades, mas foi redimensionado para projetos menores. O nosso objetivo é redimensionar o Smart Grid para o Novo Prédio da FGA e fazer um levantamento de custo/benefício da instalação e execução do mesmo.

Uma das características das redes inteligentes (Smart Grid) é o bidirecionamento do fluxo de energia, sendo este não somente radial, partindo das grandes usinas geradoras para os centros consumidores, mas sim, tendo gerações distribuídas em várias partes do sistema, fazendo com que o fluxo não tenha uma só direção. Essa geração distribuída é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente, a partir de fontes renováveis ou mesmo utilizando combustíveis fósseis, localizados próximo aos centros de consumo de energia elétrica. (ANEEL, 2016b)

Com relação a isso, o projeto Prédio Sustentável e Inteligente aplicará o uso da geração distribuída, sendo essa geração oriunda de placas solares fotovoltaica. A energia fotovoltaica pode ser incorporada em todo território brasileiro, devido às elevadas taxas de irradiação solar em todas as regiões. No Brasil, as regiões Nordeste e Centro-Oeste são as que possuem o maior potencial de aproveitamento de energia solar. Porém as outras regiões apresentam também ótimas irradiações, como por exemplo, a região Sul, que apresenta a pior irradiação nacional e ainda assim é melhor que a irradiação existente em países europeus, nos quais a modalidade fotovoltaica é largamente empregada. (IDEAL, 2015)

O efeito fotovoltaico é resultado da interação da luz com os materiais semicondutores (o mais usado é o silício, pois tem em grande quantidade na natureza) de uma célula fotovoltaica. No interior desta, tal efeito é o responsável pela transformação de energia solar em energia elétrica. A luz solar é composta por fótons que quando incididos no material semicondutor parte deles são absorvidos, excitando os elétrons do material, gerando assim um fluxo de elétrons (corrente). (IDEAL, 2015)

A geração de energia elétrica a partir de placas fotovoltaica é um método bastante difundido atualmente e vem crescendo constantemente. As células solares captam a radiação do sol e através dos fótons geram corrente contínua. Essa corrente passa por um inversor para que seja convertida em corrente alternada com as características da rede (senoidal e frequência de 60Hz). Após passar pelo inversor a eletricidade poderá ser usada para o consumo. Caso a geração exceda o consumo, o restante é inserido na rede e caso o consumo seja maior que a geração solar o restante da energia consumida é oriunda da rede elétrica. (AMERICA DO SOL, 2016)

A instalação do sistema para gerar esse tipo de energia não apresenta grandes complicações, necessitando apenas de uma grande área disponível sem sombras, sendo

que seu tamanho dependerá da quantidade de placas necessárias para gerar a energia consumida pelo local a ser instalado. No caso de minigeração (potência instalada de até 75KW) o local mais usado é o telhado, pois apresenta uma grande área isenta de sombras e que não seria usada para outro fim.

A respeito dos documentos regulatórios, no Brasil, existe a Resolução Normativa 428/2012 da ANEEL que foi alterada pela Resolução Normativa 687/2015 da ANEEL. Esta resolução possui conceitos acerca de mini e microgeração e tem como objetivos reduzir os custos e tempo para a conexão da micro e minigeração, compatibilizar o sistema de compensação de energia elétrica com as condições gerais de fornecimento e melhorar as informações na fatura.

Existe também o Módulo 3 do PRODIST (Procedimentos de Distribuição), que estabelece as condições de acesso, compreendendo a conexão e o uso ao sistema de distribuição e define os critérios técnicos e operacionais, os requisitos de projeto, as informações, os dados e a implementação da conexão, aplicado aos novos acessantes bem como aos existentes. (ANEEL, 2016a)

De modo a cumprir um dos requisitos do projeto que é o prédio ser sustentável, será instalado uma mini-usina solar fotovoltaica no telhado do prédio, sendo que sua potência instalada ainda será definida na realização do projeto da mini-usina bem como outros parâmetros necessários, como quantidade de placas, modelo das placas, tipo de inversor, arranjo das placas, distanciamento entre as mesmas, orientações e angulação, dentre outras coisas.

A mesma terá que possuir uma potência instalada capaz de suprir toda a demanda de energia consumida no prédio de modo que a parcela de energia consumida seja zerada na fatura. Como a faculdade faz parte dos consumidores do grupo A (alta tensão), a mesma ainda pagará a parcela de demanda contratada para a distribuidora.

A manutenção adequada dos painéis solares evita a deterioração, reduz custos com substituição de peças e aumenta sua vida útil. Na maioria das vezes, a chuva fará a maior parte do serviço, pois telhados no Brasil possuem 15 graus ou mais de inclinação, facilitando que a água da chuva escorra sobre o painel e assim levando a poeira embora. Porém, caso seja necessário (devido a sujeiras maiores como fezes de animais) sua manutenção é bastante simples, basta fazer uma pequena limpeza seguindo os seguintes passos: 1)Desligar o sistema fotovoltaico; 2)Usar uma escova macia de boa qualidade ou um rodo com uma lâmina de plástico em um lado e um pano amarrado, juntamente com uma longa extensão(Evitar usar objetos metálicos ou produtos abrasivos) ;3) Usar uma mangueira com um bico adequado para permitir que o jato de água chegue até os painéis (Não aplicar pressão e não bater ele nos painéis). A melhor hora para manutenção é em um dia nublado, no início da manhã ou à noite (se o sol estiver forte a água pode evaporar rapidamente dificultando a limpeza). Outro bom horário é ao amanhecer, pois o orva-

lho noturno poderá amolecer a sujeira, facilitando o processo de limpeza e economizando água e energia. Tendo em vista a necessidade de uma constante manutenção nas placas o projeto também irá desenvolver um sistema de manutenção automático onde o mesmo por meio de sistemas eletrônicos e softwares irá detectar o problema e resolvê-lo, caso seja necessário uma manutenção com mão de obra o sistema irá informar. Esse sistema está em discussão para melhor atender a universidade e estará mais compacto com decorrer do desenvolvimento do projeto.

O payback do investimento ainda será calculado, mas sabe-se que a instalação se paga em torno de 6 à 9 anos e que os painéis têm uma vida útil mínima de 25 anos (se bem mantidos) e que os inversores têm uma vida útil de 10 anos, por tanto, a instalação de uma usina solar fotovoltaica é rentável.

Tendo em vista um sistema reserva de energia caso algum problemas ocorra com a fonte de energia principal foi discutido a importância de um sistema que supra essa demanda energética até que o inconveniente seja resolvido foi proposto ao projeto um gerador que utiliza um combustível sustentável que pode ser produzido na própria universidade.

## 10.1 Gerador movido a biodisel

A queima de combustíveis fósseis gera poluição, sobretudo poluição atmosférica, devida à emissão desses poluentes por meio da queima de geradores de energia, como também de automóveis (VALENTE, 2007). Dentre esses poluentes se destacam material particulado (MP), hidrocarbonetos e os chamados gases estufa (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorcarbono CFCs) podendo causar sérios impactos ambientais, sociais e também econômicos (BRAGA, 2005).

Em contrapartida, busca-se o desenvolvimento e aperfeiçoamento de biocombustíveis, como o biodiesel, como pode ser visto na Figura 01, que a produção do biodiesel vem crescendo (ANP, 2016), por ser uma fonte de energia limpa e renovável, polui menos que o petróleo, podendo reduzir a dependência brasileira das importações deste insumo, além de proporcionar vantagens econômicas, criando milhares de empregos, principalmente na agricultura familiar e nas regiões mais pobres do Brasil (JARDINE, 2009)

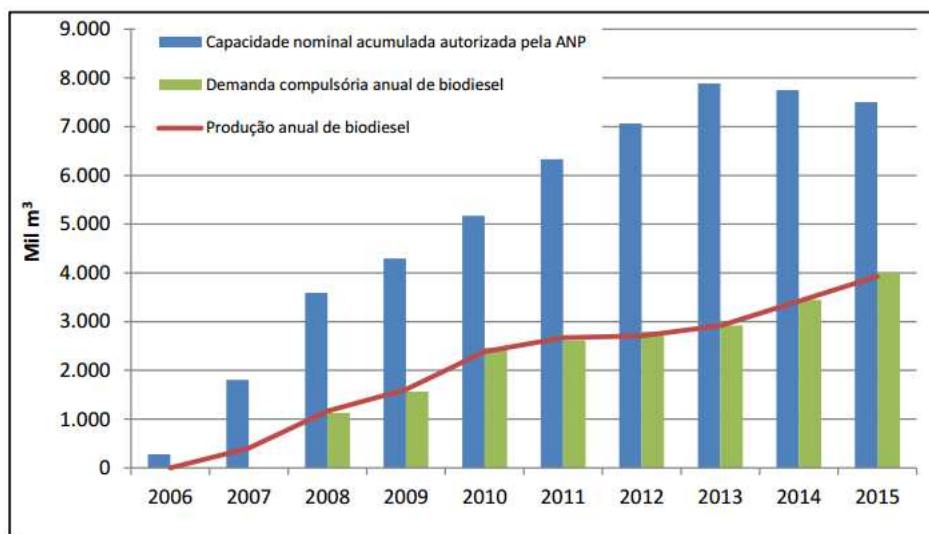


Figura 13 – Evolução anual da produção, da demanda compulsória e da capacidade nominal autorizada pela ANP no país

O biodiesel tem uma característica vantajosa, pois é possível substituir o óleo diesel, sem requerer adaptações mecânicas, ao contrário de outros combustíveis limpos, tais quais o gás natural ou biogás e o álcool etílico, portanto, contribui para uma viabilidade técnica (VOLPATO, 2009).

Visando uma sustentabilidade para o novo prédio da Faculdade Gama da Universidade de Brasília (FGA/UnB), propõe-se a instalação de um gerador à biodiesel a fim de suprir uma falta de energia fornecida pelas placas fotovoltaicas e da Companhia Energética de Brasília (CEB), ou até mesmo seu funcionamento em tempo integral; e uma integração com o Projeto BioGama realizado na FGA/UnB.

Sabendo que se forem adotadas certas estratégias, como o crédito de carbono, a utilização do gerador não só em caso de emergência, como também em horário de pico, o gerador à 100% biodiesel (B100) apresenta resultados atraentes economicamente.

## 10.2 Reaproveitamento de Recursos Hídricos

Reaproveitamento da Água está em crescente expansão na construção dos prédios atuais a análise da viabilidade do reaproveitamento da água utilizada e a crise hídrica no Distrito Federal vem para aprofundar essas discussões. Como o prédio será sustentável e localizado em uma das regiões administrativas do DF, nada mais importante do que avaliar a implantação desse sistema no novo prédio.

Os sistemas de reaproveitamento ou de reuso que foi proposto é o de captação da água da chuva por meio de calhas que levam a tanques de tratamento, e também pela reutilização da água utilizada em lavatórios, ralos dos chuveiros, águas de ar condicio-

nado, excluindo as águas utilizadas em descargas dos banheiro ,pois estamos falando do reaproveitamento de águas cinzas ,aquelas as quais pode se fazer um tratamento simplificado.As águas adquiridas desse processo poderão ser utilizadas em irrigação de jardins ,descargas de banheiros ,lavagem e automóveis de funcionários e muito mais ,com isso a FGA iria além de economizar recursos hídricos promover uma educação para economizar água mostrando a cidade do gama como é possível reaproveitar a água.

## 11 Controle de Acesso

A respeito do nosso escopo interno, ficamos responsáveis pela parte de controle de acesso ao prédio e a faculdade, e para isso dividimos nossos componentes em três principais grupos, que são, controle de acesso nas salas e laboratórios, controle de acesso ao estacionamento privativo da faculdade e controle de frequência nas aulas. Em todos esses casos, foram pensadas soluções práticas, acessíveis, viáveis e criativas, e dentre todas as possibilidades, foi escolhido o sistema RFIG ( Identificação de Rádio Frequência), que integrará todo o sistema de acesso dentro da universidade.

Um dos grandes problemas que existe da FGA é o estacionamento precário e sem segurança que disponibilizam para os alunos e funcionários, e pensando justamente nisso, seria viável um estacionamento seguro com controle de acesso. O controle de acesso seria composto por cancelas, interfones, sistema RFID de identificação e câmeras, todos trabalhando de forma integrada com a guarita de vigilantes dentro do prédio inteligente da faculdade, com intuito de garantir a integridade física e material de quem utiliza o campus. O sistema funciona da seguinte forma: o motorista irá chegar na entrada principal do campus, composta apenas pela cancela e um painel de controle, onde irá passar seu cartão de acesso RFID, e este através de um banco de dados irá fazer o reconhecimento do aluno e liberar sua entrada, lembrando que o mesmo processo será feito na saída dos carros. Caso o motorista seja um visitante, ele será instruído via interfone a dar dados pessoais para o vigilante, na guarita, assim tais dados serão registrados em um banco de dados para entrada e saída do visitante.

O sistema foi desenvolvido levando em conta que as pessoas podem perder ou esquecer seu cartão de acesso em algum dos dias letivos, se tal eventualidade ocorrer ao aluno, professor ou servidor será instruído a dar sua matrícula ou dados pessoais ter o rosto fotografado e assim terá sua entrada liberada, e para sair será o mesmo processo. As vantagens desse processo todo está na segurança e em alguns casos prover validade jurídica, comprovando a presença ou não do veículo no estacionamento, e por outro lado, as desvantagens estão na necessidade na mudança de cultura dos usuários, homologação da ANATEL para que o sistema funcione e lentidão nos horários de pico.

Outra parte importante que faz parte do nosso escopo, é o controle de acesso nas salas e laboratórios, que será feito com um dispositivo conectado a fechadura eletrônica em cada porta. A ideia principal da solução é manter determinadas salas trancadas na maior parte do tempo para maior segurança e controle no uso dos bens materiais nela presentes e, registrar a presença de um responsável pela sala no instante de entrada na sala.

Com isso, haverá a necessidade de reservar uma sala/ambiente especial, com equipamentos simples, para ser utilizado como sala de estudos do campus, já que grande parte das salas estariam trancadas nos períodos em que não houvessem aulas.

A princípio seria necessário registrar os perfis dos usuários das salas num banco de dados, tais perfis seriam de aluno, professor e funcionário. Cada perfil existente possuirá permissões diferentes em relação ao acesso às salas e laboratórios, um professor ou funcionário registrado tem permissão para abrir qualquer sala de aula ou laboratório, que estará sob sua responsabilidade desde o momento da entrada até a saída da sala, já um aluno registrado tem permissão para abrir qualquer sala de estudo que possua apenas equipamentos simples, caso o aluno queira entrar numa sala que disponha de equipamentos de alto valor, será necessária a presença de um professor ou funcionário nesta sala. É importante ressaltar que um responsável por uma sala/laboratório teria a função de alertar à secretaria qualquer irregularidade detectada no ambiente, caso contrário, ele seria o responsável por tais irregularidades ocorridas no período registrado.

As vantagens desse sistema estão na dificuldade de fraude no sistema, baixo custo, e maior zelo pelos bens da faculdade, e por outro lado, a desvantagem seria a intimidação dos alunos em se responsabilizar pela sala, em alguns casos. E como última forma de controle de acesso, temos o controle de frequência nas aulas, que será implementado por meio de um aparelho portátil leitor RFID com display e teclado alfanumérico, como o mostrado abaixo.



Figura 14 – Imagem ilustrativa do aparelho portátil de frequência



O sistema entra em funcionamento quando o professor entrar na sala, ou até mesmo antes de entrar, ele vai ligar o aparelho, que será conectado à rede WiFi da UnB, digitar o código e turma da matéria e baixar os dados dos alunos cadastrados naquela disciplina. Com os dados já baixados, o aparelho seria passado de mesa em mesa, e cada aluno passaria seu cartão para marcar presença na aula, e com tudo isso, o professor estaria ministrando sua aula, sem perda de tempo. A possibilidade de burlar o cartão não seria bem sucedida pelo fato de todo cartão gerar um token único, impossibilitando a clonagem de cartões, e mesmo existindo a possibilidade de amigos deixarem seu cartão um com outro, geraria uma série de problemas dentro da faculdade. Um dos problemas que poderia ocorrer seria a possibilidade de queda no sinal de WiFi, contudo o aparelho tem o artifício da memória interna para esses casos, e assim que a conexão reativar, os dados são enviados automaticamente. Outro obstáculos estaria nos alunos esquecerem de levar a carteirinha, mas para essa situação bastaria conversar como o professor e resolver sem muitos problemas

Então, as vantagens desse sistema está na praticidade, dificuldades para fraudar e custos baixos, já a desvantagem maior está no possível esquecimento do cartão e em um possível processo longo para conseguir um cartão novo, em casos de quebra ou roubo/furto.

Diante de tudo apresentado, é notável que seria necessário apenas um documento de identificação para o acesso em todos os casos citados acima, que seria a própria carteirinha que já usamos normalmente na faculdade. Outra coisa em comum, é que também foram pensados os sistemas de biometria e análise de código de barras, entretanto eles foram descartados por conta do custo alto e dá maior possibilidade de falha no sistema por conta de fatores externos, especialmente o sistema de biometria, que de acordo com o estudo: *Advantages And Disadvantages Of Biometrics* da UK Essays, gera uma falha na impressão digital de algumas pessoas e decaimento da performance do dispositivo.



## 12 Instrumentação e Controle

### 12.1 Introdução

A automação é inerente a um prédio inteligente, porém deve ser implantada de forma que a usabilidade seja fator prevalecente no projeto. Para automação das salas de aula e laboratório essa etapa foi dividida em subáreas, de modo a problematizá-las e solucioná-las. São elas: ambientação da sala, painéis de controle, sensores, digitalização e integração dos equipamentos para aula, status da sala e monitoramento do prédio.

### 12.2 Ambientação da Sala

#### 12.2.1 Iluminação

Atualmente, a Faculdade do Gama da Universidade de Brasília tem em sua maioria aulas expositivas, estas realizadas com auxílio de slides, quadros brancos e quadros negros.

Para cada sala existem dois pontos principais de iluminação, a iluminação para os alunos presente em toda a sala e a iluminação do quadro. Sendo necessário ir durante a aula apagar ou ligar determinada lâmpada, pois a luz que ultrapassa as janelas e reflete no quadro dificulta a leitura do que está presente no mesmo. Além disso, se tratam de lâmpadas fosforescentes tubulares, que possuem uma vida útil menor, possuem um preço muito elevado considerando as variáveis de consumo de energia elétrica e a vida útil.

Visando resolver problemas com a quantidade de luminosidade para cada momento de uma aula expositiva, variando entre escura para apresentação de slides e clara para ministração do conteúdo da disciplina, para a praticidade e pouca manutenção fora escolhida uma lâmpada inteligente: a lâmpada Alba. Uma lâmpada que possui um sensor que se adapta às condições luminosas do usuário, produzindo uma iluminação customizada para cada situação, pois é sensível às variações da luz solar com o passar do dia. Ela possui, também, um sensor de movimento, o que a liga quando detectado algum movimento, característica útil para fatores de segurança.

Sua emissão de luz pode variar entre branco e amarelo, que dão sensações diferentes ao usuário. Sendo branco necessária para aumentar a concentração e amarela para dar sensações de calor. Essa configuração é alterada adaptando-se ao ambiente que a lâmpada está.

A lâmpada inteligente Alba foi idealizada para não precisar de aplicativos ou controles para ser modificada, tornando-a totalmente adaptável ao cliente. Não obstante, o

fabricante disponibiliza um aplicativo para controlar o dispositivo, como explicado em sua página na web: “Apesar de termos lutado para minimizar a necessidade de interação do usuário, o stack lighting app permite a você customizar diversos dos recursos que vêm instalados, esses incluem:

- Mudando a temperatura da cor de 2700k (branco amarelado) para 6500k (branco azulado)
- Mudar o nível da intensidade da luz máxima e mínima.
- Agendar mudanças de cor, temperatura e intensidade.
- Agendar tempo de acordar.” ([STACK-LABS, 2017](#))

Essa possibilidade de configuração predeterminada a torna diferente de um dimmer comum, pois poderia ser estabelecida antes de cada aula.

Para utilizá-la nas salas, seria-se capaz de configurar, por meio do aplicativo, para acender no horário que começam as aulas e apagar quando acabam as aulas, ou para acender quando detectar um movimento. Dessa forma, não seria necessário ligá-las, uma a uma, manualmente. Também seria possível determinar a quantidade de luz cada uma deve emitir.

Além disso, para a integração da sala será acrescentado o aplicativo de controle da lâmpada na mesa inteligente que será utilizada pelo professor e será descrita posteriormente.

### 12.2.2 Persianas Inteligentes

Em virtude da localização do campus da Faculdade do Gama, existe um problema que não pode ser totalmente solucionado: a poeira. Esta inibe a abertura das janelas, para que ela não entre nas salas com muita intensidade, o que prejudica a circulação de ar no ambiente. Além disso, em alguns horários a luz do sol entra pelas janelas e reflete nos quadros, o que dificulta a leitura e/ou a visualização de slides. Para resolver estes problemas, serão utilizadas persianas automatizadas em cada sala de aula.

Estas persianas são feitas de um material resistente, e podem serão instaladas na parte interna das salas. O espaçamento entre cada haste pode ser regulado, para limitar a quantidade de luz natural que entra na sala. Além disso, a fabricação das persianas impede a entrada de poeira, reduzindo os problemas que ela causa, e quando totalmente fechadas, fornecem isolamento acústico, o que pode ser útil durante o período entre as aulas, por exemplo.

As persianas são controladas a partir de um mesmo ponto, simplificando e diminuindo a movimentação para abrí-las ou fechá-las dentro da sala.

A marca Somfy fornece persianas que podem ser controladas através de um tablet, assim pode-se centralizar todas as funções num mesmo aparelho e programar os horários para abrir ou fechar (SOMFY, 2017). Essas funcionalidades poderiam ser transferidas para a mesa inteligente.

### 12.2.3 Sistema de Som

Um sistema de som, com alto-falantes em pontos estratégicos das salas de aula e o uso de um microfone para o professor estará presente em cada sala do prédio. Este sistema visa melhorar a comunicação entre professores, diminuindo o esforço de uso da voz, e os alunos, amplificando a fala do professor e tornando mais clara em todos os locais da sala.

### 12.2.4 Climatização

O fechamento das janelas para evitar a entrada de poeira dificulta a circulação de ar nas salas, aumentando a temperatura nos horários mais quentes do dia. Além disso, o Distrito Federal enfrenta períodos com baixa umidade do ar, causando mal estar nas pessoas que convivem na faculdade. Para resolver este problema serão utilizados ar-condicionados nas salas.

Condicionamento de ar consiste no tratamento do ar em locais fechados. Isso regula e qualifica o ar presente em determinado ambiente. Tratando as condições de temperatura, limpeza, umidade e movimento. Um ar condicionado é responsável por aquecer, umidificar, filtrar, renovar e refrigerar o ar.

Para configuração do ar condicionado, será utilizado um termopar para aferir a temperatura do ambiente, com um display para mostrar o valor em graus Celsius. O termopar estará conectado a uma função lógica programável em que ao chegar a determinado grau, o termostato do próprio ar condicionado deve se configurar em determinado grau de resfriamento. Isso fará com que o movimento e a constante configuração diminuam, visto que só será necessário controlar o grau quando se desejar um valor diferente do anteriormente configurado. Esse valor será determinado para que a sala fique climatizada adequadamente, com um clima ameno.

## 12.3 Painéis de Controle

### 12.3.1 Controles embutidos na mesa inteligente

Após automatizadas as funcionalidades da sala de aula, o meio utilizado para controlá-las de maneira interconectada será uma mesa inteligente. Dessa forma muitos dos empecilhos vistos cotidianamente no campus (dificuldade ou demora para uso do projetor e controle da ambientação da sala, já citado anteriormente) poderão ser facilmente manejados.

### 12.3.2 Controle geral para a sala

É importante que haja um controle externo à mesa inteligente para acesso dos funcionários e outras eventualidades. Portanto, algumas das funcionalidades, principalmente aquelas que dizem respeito a ambientação da sala, terão este controle adicional. Será o caso da persiana e do ar-condicionado, que possuirão controle remoto.

### 12.3.3 Sala de controle

O prédio sustentável irá dispor de uma vasta gama de sensores e equipamentos que irão fornecer feedback em tempo real sobre todas as suas áreas. Estes dispositivos podem enviar informações sobre o funcionamento de equipamentos eletrônicos, a pressão em tubulações hidráulicas e até sobre a integridade do concreto da edificação.

O processamento destes dados, além do controle de alguns dispositivos que executam as operações do prédio, será concentrado em uma sala de central de controle onde todos os dispositivos são conectados, o que caracteriza um sistema de automação centralizado (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

Os sistemas centralizados, como o nome sugere, são aqueles que dispõem de uma unidade central de controle pela qual todos os dispositivos da instalação são conectados, tanto para o recebimento dos sinais dos sensores, quanto para, após o processamento dos sinais, enviar os comandos e ajustes aos dispositivos receptores para que executem as operações.

## 12.4 Sensores

Em qualquer automação predial um dos componentes mais utilizados é o sensor. Sua função, responder a estímulos físicos e mensurá-los analogicamente, obviamente é de suma importância neste tipo de projeto. Os sensores utilizados nas etapas referidas na automação, serão brevemente citados a seguir.

### 12.4.1 Termopar

O termopar é um sensor de temperatura simples, de baixo custo, e de fácil funcionamento, utilizado no condicionamento de ar para aferir a temperatura do ambiente. É um dispositivo com dois condutores metálicos diferentes unidos em uma extremidade, expostas a variação de temperatura, captando-o.

### 12.4.2 Termostato

O fototransistor é um tipo de sensor de luz utilizado pela lâmpada Alba. Ele possui duas junções semicondutoras que variam sua resistência elétrica em função da intensidade da luz.

### 12.4.3 Fototransistores

O sensor de movimento utiliza da tecnologia infravermelho e fototransistores para captar a informação como um receptor transmissor. Eles atuam na faixa óptica da radiação térmica, com isso responde o calor entre o sensor e o objeto analisado. O princípio da detecção de movimento pelo calor é fundado na teoria da emissão de radiação eletromagnética.

### 12.4.4 Sensor de movimento

O sensor de movimento utiliza da tecnologia infravermelho e fototransistores para captar a informação como um receptor transmissor. Eles atuam na faixa óptica da radiação térmica, com isso responde o calor entre o sensor e o objeto analisado. O princípio da detecção de movimento pelo calor é fundado na teoria da emissão de radiação eletromagnética.

### 12.4.5 Sensor de calor

É um transdutor que gera um sinal elétrico proporcional ao fluxo de calor aplicado em sua superfície. Para a aplicação em edifícios, sua maior utilização é para a qualidade do isolamento térmico. Para o caso do novo prédio da Faculdade do Gama, será utilizado para analisar a possível presença de calor provinda de fogo ao arredores do prédio. Será conectado a uma função lógica programável para que quando detectar determinado valor em graus Celsius, acione a função contra incêndio.

## 12.5 Digitalização e Integração de Equipamentos para Aula

### 12.5.1 Mesa inteligente

Nas últimas décadas pesquisas e projetos de dispositivos eletrônicos multi-toque em formato de mesa vêm surgindo. Este tipo de tecnologia já pode ser encontrada em alguns museus e lojas de varejo ([HORNECKER, 2008](#)). Seguindo esta tendência, somada ao fato de que o uso de tecnologia no ambiente educacional tem sido cada vez mais incentivado, e se tornou comum aos estudantes ([BULMAN; FAIRLIE, 2015](#)), uma mesa inteligente e interativa estará presente em cada sala de aula, para auxiliar o professor durante as aulas.

Este dispositivo consiste em uma tela sensível ao toque, em formato de mesa, que permitirá que o professor controle os diversos dispositivos presentes na sala, como projetores, quadros, sistema de som e até a climatização e iluminação do ambiente.

Atualmente, no mercado, existem algumas soluções que se adequam ao contexto deste projeto. As características de cada dispositivo varia de um fabricante para outro, como por exemplo o tamanho da tela sensível ao toque, sendo encontradas usualmente telas de 32 a 65 polegadas, ou a presença de tecnologias de reconhecimento de objetos colocados sobre sua superfície.

As mesas interativas possuem suporte para diferentes sistemas operacionais, como Windows, Linux, MacOS X, e até Android, o que permite a fácil integração com outros dispositivos como projetores e roteadores de internet. Isto pode possibilitar ao professor o acesso a materiais disponíveis online durante a aula, facilidade de exibição de apresentações em slides entre outras inúmeras possibilidades de uso, além de possuir um controle centralizado de todas as funções automatizadas presentes na sala de aula.

### 12.5.2 Quadro interativo

Estudos apontam que a utilização de quadros interativos durante aulas expositivas pode ser uma prática positiva, pois permite que elementos computacionais sejam integrados ao ambiente sem “quebrar” a comunicação ([MECHLING; GAST; KRUPA, 2007](#)) ([GERARD; GREENE; WIDENER, 1999](#)). Por este motivo, esta tecnologia será utilizada nas salas de aula do prédio.

Atualmente existem diversos fabricantes de quadros interativos, com diferentes tamanhos e funcionalidades, incluindo até, em alguns casos, suites de softwares específicos para aquele determinado produto. Os dispositivos possuem diversas opções de conectividade, possibilitando a interação com computadores pessoais, dispositivos mobile e até mesmo com a mesa inteligente do professor.

É importante ressaltar que a utilização de quadros interativos não irá excluir os



quadros convencionais das salas de aula, permitindo ao professor escolher qual ferramenta será mais adequada ao seu contexto.

### 12.5.3 Sistema de projetores

A sala de aula terá também um sistema de projetores, para possibilitar apresentações de slides, vídeos, apresentação de documentos, textos, páginas da web entre outras mídias. Esta ferramenta, somada aos outros dispositivos interativos disponíveis na sala de aula, irão fornecer uma vasta gama de opções para auxiliar o professor durante as aulas, de acordo com cada contexto.

## 12.6 Status da Sala

### 12.6.1 Painel informativo

Com o objetivo de manter sempre disponíveis informações sobre cada sala de aula, serão instalados painéis informativos na entrada de cada uma delas. Estes painéis consistem em telas LCD LED, que irão exibir informações sobre cada sala de aula, como sua capacidade máxima, quando, em quais horários e por quem a sala será utilizada, avisos informativos, entre outras.

Estes painéis serão conectados à internet, possibilitando o envio de avisos em tempo real, para informar sobre cancelamentos ou mudança de local das aulas, por exemplo. Além disso, alunos, monitores, professores ou outros interessados poderão reservar as salas em determinados horários por meio do aplicativo da FGA, baseando-se na agenda exibida nos painéis.

## 12.7 Monitoramento do Prédio

De acordo com a norma NBR 5462 existem basicamente três tipos de manutenção: Corretiva, Sistemática e Condicional (SOUZA, 2010).

A Manutenção corretiva é uma política onde o conserto é realizado após a ocorrência do defeito. Este tipo de abordagem gera prejuízos pois o custo aumenta em função da idade do equipamento, além de exigir a parada imprevista de seu funcionamento.

Já a manutenção sistemática é feita de forma preventiva, ocorrendo periodicamente de acordo com critérios estatísticos ou recomendações do fabricante. Esta prática pode implicar em manutenções desnecessárias ou ineficazes, além da possibilidade de introdução de novas avarias durante o processo de montagem e desmontagem do equipamento.

Por fim, a manutenção condicional, também conhecida como manutenção preditiva, consiste em um tipo de manutenção preventiva que, ao invés de ser realizada em intervalos predeterminados, é baseada em informações sobre o estado de degradação do equipamento ou sistema. Esta modalidade de manutenção visa mitigar as desvantagens das práticas descritas anteriormente.

No projeto do prédio sustentável, a manutenção preditiva será peça chave para manter os diversos dispositivos de automação em pleno funcionamento. Em diversas áreas do prédio, sensores com diferentes funções e comportamentos irão enviar dados para uma central de processamento, proporcionando um feedback contínuo sobre o funcionamento de todo o sistema. No caso de uma anormalidade detectada em alguma área do prédio, uma equipe de manutenção será automaticamente designada para analisar e corrigir a falha em potencial.

## 13 Interfaces e Processamento de Software

A Engenharia de Software é uma área, dentre as muitas existentes, que abrange e aborda o conhecimento voltado para a informática, e a computação. Lida com vários aspectos do desenvolvimento de software, tais como, planejamento, desenvolvimento, manutenção e desenvolvimento de sistemas de software, gerência de projetos e outras disciplinas, com objetivo de obter organização, qualidade e produtividade (GUNGOR, 2011).

Dentre as habilidades que os engenheiros, em comum, devem possuir, tais como raciocínio lógico e matemático, o Engenheiro de Software deve ter um gosto maior pela inovação e uma capacidade mais alta em atualizar-se continuamente, já que software é uma área que está em constante mudança. Com tais mudanças e surgimento acelerado de novas tecnologias e informações (DANEELS, 1999), é perfil do profissional, estar sempre disposto a deixar seu ponto de conforto para obtenção de novos conhecimentos. Além de ter um bom entrosamento para trabalhar em equipe e uma visão abrangente do mundo, sociedade e suas dinâmicas (DANEELS, 1999).

Esse é um curso relativamente novo e é ministrado em poucas faculdades brasileiras, na Universidade de Brasília (UNB) este curso é ministrado na Faculdade do Gama UnB (FGA) e assim como o curso, a FGA também é nova. Atualmente a faculdade é composta por três prédios:

- **Unidade Acadêmica (UAC):** É onde se encontra a maior parte das salas de aula, bem como o Auditório, a Biblioteca da FGA, alguns laboratórios e os espaços de convivência dos alunos.
- **Unidade de Ensino e Docência (UED):** É onde ficam as salas dos professores, coordenadores e a direção do Campus. Também se encontram nesta unidade os principais laboratórios e a Enfermaria.
- **Módulo de Serviços e Equipamentos Esportivos (MESP):** É onde se encontra o R.U.(Restaurante Universitário). E tem como anexo uma quadra poliesportiva aberta a todos.

Existem também outras estruturas que se encontram fora da área da faculdade, sendo elas:

- **Fórum:** Lugar onde se encontram os principais laboratórios de Engenharia de Software e onde são ministradas as aulas de mestrado e especialização.

- **Galpão:** Depósito de ferramentas, insumos de construção, peças e outros objetos. Também estão localizados lá os principais laboratórios de Engenharia Automotiva.

A lotação do campus da FGA é imprescindível, tendo em vista que o que tem-se como campus hoje é apenas uma parte do projeto final. Todavia, não há o planejamento da diminuição de vagas disponibilizadas para os vestibulares semestralmente.

Com base na lotação da FGA e que não há diminuições de vagas de ingresso na faculdade, é necessária a construção de um novo prédio, para futuramente alocar novas salas de aula e laboratórios. De acordo com o projeto, com o contexto do campus envolvido e com a situação à qual o Brasil se encontra atualmente, deverá ser um prédio sustentável e inteligente para redução de custos e otimização de recursos.

Tratando-se de Software, com a integração das demais engenharias do campus, deve-se compor o novo prédio e o projeto, equipamentos “inteligentes” que identificam falhas, erros no consumo de energia e que sejam sustentáveis, no quesito de funcionamento. Com uso de sensores, saber quando deve ser ligado/desligado.

## 13.1 Aplicativo

Segundo Reinhard(2007) “Com o crescimento da telefonia móvel, banda larga e redes sem fio, a mobilidade e a computação em múltiplas plataformas e aparelhos tornam-se cada vez mais factíveis” graças a esse crescimento e a mobilidade construiremos um aplicativo idealizado para que os usuários possam gerenciar as informações disponibilizadas pelo Smart Grid sobre o consumo de energia, podendo questionar os responsáveis pelo resultado obtido. Este auxiliará também na identificação de possíveis problemas que o próprio sistema não consegue identificar e consertar, tendo em vista que o usuário poderá relatar sobre as falhas encontradas. Também informará o status de cada sala que compõem o prédio, tais como lotação, agendamento, disponibilidade.

No controle e comunicação entre os usuários do prédio e os responsáveis legais pela gestão do mesmo o aplicativo dará seu devido suporte. Os usuários podem gerenciar as informações disponibilizadas pelo Smart Grid e passar um feedback relacionado à possíveis problemas que o sistema não conseguiu identificar. O software também informará sobre o status de cada sala que compõem o prédio e seus objetos novamente permitindo que os usuários informem problemas aos gestores do prédio.

A equipe de Interfaces e Processamento de Software e a de Smart Grid idealizaram, conjuntamente, a parte do aplicativo responsável por gerenciar as informações disponibilizadas pelo Smart Grid, o qual informará aos usuários sobre o consumo de energia de cada sala e laboratório do prédio. Com tais informações, os usuários poderão ter um controle

maior sobre a quantidade de energia gasta no prédio, podendo questionar os responsáveis por tais resultados, caso estejam fora dos parâmetros.

O aplicativo disponibilizará uma ferramenta na qual os usuários poderão relatar sobre problemas identificados no prédio, sendo assim, uma forma mais eficiente para entrar em contato com a coordenação, a qual terá mais rapidez na hora de solicitar reparos. Isso será possível através de um banco de dados que armazenará o código único de cada item da sala de aula e laboratórios, como mesas, cadeiras, quadros inteligentes, projetores, e equipamentos diversos em laboratórios. O usuário do aplicativo, ao perceber algum equipamento ou item da sala de aula danificado, deve entrar com esse código único, na seção de “problemas encontrados”, e o aplicativo notificará os responsáveis pelos reparos.

Além disso, o software também disponibilizará para os usuários o status de cada sala ou laboratório do prédio. Informando a lotação da sala no horário da aula para o usuário poder se localizar rapidamente, horários de limpeza para cada sala e se há disponibilidade de horário para poder utilizá-la. Paralelo a esses recursos o aplicativo possuirá um sistema de reserva de salas para que elas possam ser utilizadas em seus horários livres por monitores, palestrantes, professores e alunos.

## 13.2 Construção de Software no Smart Grid

Smart grid é uma infraestrutura de energia elétrica moderna para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a segurança, integrando vários tipos de energias alternativas através da automação e modernas tecnologias de comunicação (??). Para realizar todas as tarefas o sistema precisa adquirir, processar, organizar e também disponibilizar os dados coletados, isso é possível adotando um software de supervisão e monitoramento SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados são tipos de sistemas que utilizam softwares para monitorar os dispositivos de controle oferecendo qualidade, redução de custos, e alto desempenho. O sistema conta também com uma possível integração com outros sistemas de cálculo como o SPC (Statistical Process Control), OEE (Overall Equipment Effectiveness), entre outros (DANEELS, 1999).

O software será alimentado com os dados do edifício através da implementação do smart grid sendo que todos esses dados serão repassadas ao aplicativo, meio visual por onde as informações serão repassadas e interpretadas pelos usuários. Para processar essas informações o software terá uma estrutura similar à apresentada na figura a seguir.

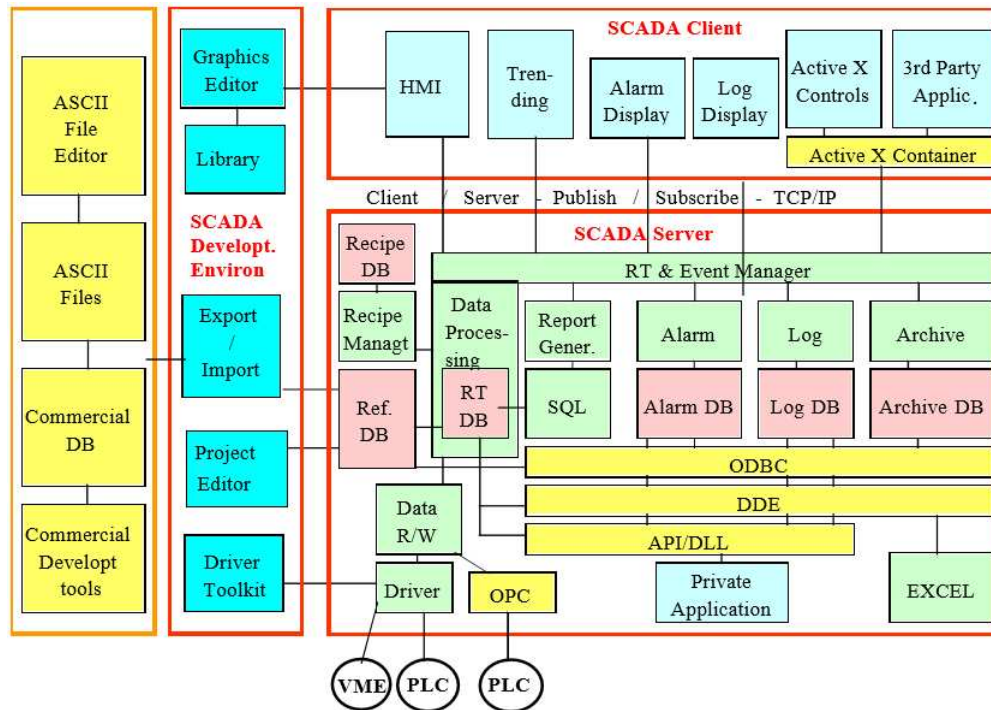


Figura 15 – Estrutura genérica para software SCADA

O sistema pode oferecer consultas a histórico de eventos e também gráficos históricos que são importantes para o monitoramento da real eficiência do prédio. Esse modelo de software de supervisão irá complementar a eficiência esperada do smart grid, integrando os sistemas e oferecendo interfaces gráficas para o usuário.

### 13.3 Banco de dados do prédio

Os bancos de dados modernos oferecem os mais variados tipos de serviços, entre eles há a opção de se utilizar armazenamento em nuvem e armazenamento local de dados.

“Computação em nuvem é uma tendência recente de tecnologia cujo objetivo é proporcionar serviços de Tecnologia da Informação (TI) sob demanda com pagamento baseado no uso” Souza, Moreira e Machado(2009). A computação em nuvem “permite o acesso aos dados sem necessidade de instalar softwares, podendo ser acessado de qualquer lugar pela internet” Rosário, Colling e Soares(2015), ela funciona por meio de um hardware físico chamado servidor que disponibiliza seus recursos e até programas em rede, podendo estes serem acessados em qualquer lugar do mundo. Por fim os recursos são utilizados por usuários que armazenam ou consomem dados. Apesar de ser muito mais versátil esse modelo pode apresentar problemas de segurança e de velocidade de acesso a informações já que depende inteiramente da velocidade da rede de dados utilizada.

O armazenamento local de dados é feito com um servidor interno e por isso depende de uma rede de dados veloz, portanto temos um acesso mais rápido a informações

e mais segurança ao passo que o sistema perde muito em portabilidade, já que não pode ser acessado de outros locais se não a rede interna.

O prédio inteligente é pautado em compartilhamento e acesso de dados por muitos usuários nem todos acessando uma rede local, portanto será utilizado uma mescla do armazenamento local e em nuvem. Haverá um servidor local onde dele será criado um sistema em nuvem com possibilidade de armazenamento e compartilhamento de dados o que dará ao projeto a segurança adequada e a intercomunicação entre usuários esperada.





## Parte III

### Expectativas



## 14 Conclusões

Por meio dos conteúdos apresentados, verificou-se que o projeto é viável e a até esse momento por meio de pesquisas bibliográficas percebeu-se a importância do novo prédio sustentável e inteligente para comunidade da Faculdade do Gama. O mesmo será capaz de sanar problemas já existentes na Fga. Definido o escopo e a extensão do projeto o grupo ficou satisfeito em saber que o projeto pode ser utilizado no futuro pela universidade. Dessa forma o grupo buscou desenvolver um ótimo trabalho visando a utilização do mesmo. Nos próximos pontos de controle será estabelecido com mais detalhes e mais dados de como o projeto funcionará sempre visando a viabilidade e o custo benéfico do projeto.

### 14.1 Cronograma do Projeto

PC - 01				
<i>Sprint 0 (Preparação)</i>	11 dias	05/04/2017	16/04/2017	
Primeira reunião do time	1 dia	05/04/2017	05/04/2017	Todos
Reunião com os professores (mínimos entregáveis)	1 dia	10/04/2017	10/04/2017	Todos
Subdivisões dos Grupos	1 dia	12/04/2017	12/04/2017	Todos
Brainstorming	6 dias	12/04/2017	17/04/2017	Todos
<i>Sprint 1</i>	7 dias	17/04/2017	23/04/2017	Grupos
Treinamento de Metodologia com Gerentes	1 dia	17/04/2017	17/04/2017	Gerentes
Elaboração do Product Backlog	3 dias	17/04/2017	19/04/2017	Todos
<i>Sprint 2</i>	7 dias	24/04/2017	30/04/2017	Grupos
Elaboração de Estrutura do Relatório 1	1 dia	24/04/2017	24/04/2017	Gerentes
Elaboração do Capítulo de Introdução do Relatório 1	5 dias	24/04/2017	28/04/2017	Gerentes
Entrega do Capítulo de Desenvolvimento do Relatório 1	1 dia	28/04/2017	28/04/2017	Grupos
Elaboração do Capítulo de Conclusão do Relatório 1	1 dia	28/04/2017	28/04/2017	Gerentes
Revisão do Capítulo de Desenvolvimento do Relatório 1	1 dia	29/04/2017	29/04/2017	Gerentes
Entrega do Relatório do Ponto de Controle 1	1 dia	29/04/2017	29/04/2017	Todos
Apresentação do Ponto de Controle 1	1 dia	03/05/2017	03/05/2017	Todos

Figura 16 – Cronograma do Projeto - Parte 1

PC - 02				
<b>Sprint 3</b>	7 dias	08/05/2017	14/05/2017	Todos
Realizar Estudo de Riscos	7 dias	08/05/2017	14/05/2017	Gerentes
Realizar Estudo de Demandas	7 dias	08/05/2017	14/05/2017	Gerentes
Modelagem Gráfica do Prédio (1/2)	7 dias	08/05/2017	14/05/2017	Grupo Estruturas e Materiais
Modelagem e Definição de Arquitetura de Software	4 dias	08/05/2017	11/05/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Modelagem de Protótipo de Papel	3 dias	11/05/2017	14/05/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Evolução da Solução Proposta (1/3)	7 dias	08/05/2017	14/05/2017	Todos
<b>Sprint 4</b>	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Todos
Refinamento de Escopo e Requisitos	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Gerentes
Gerenciamento de Requisitos	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Gerentes
Modelagem Gráfica do Prédio (2/2)	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Grupo Estruturas e Materiais
Modelagem e Definição de Arquitetura de Banco de Dados	4 dias	15/05/2017	19/05/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Modelagem de Protótipo de Alta Fidelidade (1/2)	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Modelagem de Simulações Energéticas	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Grupo Smart Grid
Evolução da Solução Proposta (2/3)	7 dias	15/05/2017	21/05/2017	Todos
<b>Sprint 5</b>	7 dias	22/05/2017	28/05/2017	Todos
Modelagem de Protótipo de Alta Fidelidade (2/2)	7 dias	22/05/2017	28/05/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Simulação de Dispositivos de Acesso e Presença	7 dias	22/05/2017	28/05/2017	Grupo Automação - Controle de Acesso
Modelagem do Eletrônicos de Instrumentação e Controle	7 dias	22/05/2017	28/05/2017	Grupo Automação - Instrumentação e Con
Evolução da Solução Proposta (3/3)	7 dias	22/05/2017	28/05/2017	Todos
Revisão do Relatório do Ponto de Controle 2	1 dia	28/05/2017	28/05/2017	Gerentes
Entrega do Relatório do Ponto de Controle 2	1 dia	29/05/2017	29/05/2017	Todos

Figura 17 – Cronograma do Projeto - Parte 2

PC - 03				
<b>Sprint 6</b>	7 dias	05/06/2017	11/06/2017	Todos
Evolução da Modelagem Gráfica do Prédio (1/2)	7 dias	05/06/2017	11/06/2017	Grupo Estruturas e Materiais
Evolução do Protótipo de Alta Fidelidade (1/2)	7 dias	05/06/2017	11/06/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Simulação dos Eletrônicos de Instrumentação e Controle (1/2)	7 dias	05/06/2017	11/06/2017	Grupo Automação - Instrumentação e Con
Simulação de Consumo e Produção Energética	7 dias	05/06/2017	11/06/2017	Grupo Smart Grid
Evolução da Solução Proposta (1/3)	7 dias	05/06/2017	11/06/2017	Todos
<b>Sprint 7</b>	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Todos
Evolução da Modelagem Gráfica do Prédio (2/2)	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Grupo Estruturas e Materiais
Simulação dos Eletrônicos de Instrumentação e Controle (1/2)	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Grupo Automação - Instrumentação e Con
Estimar Payback	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Grupo Smart Grid
Estimar Custos dos Intrumentos Eletrônicos	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Grupos Automação
Estimar Custos de Estruturas e Materiais	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Grupo Estruturas e Materiais
Estimar Custos de Interfaces e Software	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Grupo Interfaces e Processamento
Evolução da Solução Proposta (2/3)	7 dias	12/06/2017	18/06/2017	Todos
<b>Sprint 8</b>	7 dias	19/06/2017	25/06/2017	Todos
Estudo de Viabilidade Econômica	7 dias	19/06/2017	25/06/2017	Gerência
Evolução da Solução Proposta (3/3)	7 dias	19/06/2017	25/06/2017	Todos
Revisão do Relatório do Ponto de Controle 3	1 dia	25/06/2017	25/06/2017	Gerentes
Entrega do Relatório do Ponto de Controle 3	1 dia	26/06/2017	26/06/2017	Todos

Figura 18 – Cronograma do Projeto - Parte 3

## 14.2 Próximos Pontos de Controle

Para o próximo ponto de controle serão aprofundados os estudos dos riscos e demandas identificados no projeto. Ainda serão realizadas as representações dos sistemas usados no prédio e do prédio em si além da simulação de um dos sistemas, os dispositivos de acesso e presença. Para o último ponto serão feitas ainda as simulações de consumo e produção de energia, simulação dos eletrônicos de instrumentação e controle. Além disso, nesse ponto de controle o foco é mostrar a viabilidade econômica do projeto através das estimativas de payback, dos custos de cada segmento trabalhado.

# Referências

- APUK, R. *DEG apresenta dados sobre evasão e retenção de alunos*. 2016. Disponível em: <<http://noticias.unb.br/publicacoes/76-institucional/1038-deg-apresenta-dados-sobre-evacao-e-retencao-de-alunos>>. Citado na página 16.
- BELGAMO, A.; MARTINS, L. E. G. Estudo comparativo sobre as técnicas de elicitação de requisitos do software. Curitiba, 2000. Citado na página 17.
- BULMAN, G.; FAIRLIE, R. W. Technology and education: Computers, software, and the internet. 2015. Citado na página 62.
- CESPE. *Guia do PAS*. 2016. Disponível em: <[http://www.cespe.unb.br/pas/arquivos/Guia%20do%20Pas%202016\\_versao%20digital.pdf](http://www.cespe.unb.br/pas/arquivos/Guia%20do%20Pas%202016_versao%20digital.pdf)>. Citado na página 16.
- DANEELS, A. What is scada? Suíça, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 65 e 67.
- DIAS, C. L. D. A.; PIZZOLATO, N. D. Domótica: Aplicabilidade e sistemas de automação residencial. 2004. Citado na página 60.
- DIAS, C. L. de A. Domótica: aplicabilidade às edificações residenciais. 2004. Citado na página 37.
- GARROCHO, J. S. Estratégia para iluminação |zenital em centros de compras. 2005. Citado na página 40.
- GERARD, F.; GREENE, M.; WIDENER, J. Using smart board in foreign language classes. 1999. Citado na página 62.
- GUNDA, S. G. Gunda, s. g. requirements engineering: Elicitation techniques. trollhättan. Suécia, p. 38, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- GUNGOR, V. Smart grid technologies: Communication technologies and standards. 2011. Citado na página 65.
- HORNECKER, E. “i don’t understand it either, but it is cool” – visitor interactions with a multi-touch table in a museum. p. 8, 2008. Citado na página 62.
- LUZ, M. de L. S. et al. A influência da estrutura e ambientes ergonômicos no desempenho educacional. 2005. Citado na página 41.
- MECHLING, L. C.; GAST, D. L.; KRUPA, K. Impact of smart board technology: An investigation of sight word reading and observational learning. 2007. Citado na página 62.
- MORO, A. R. P. Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar. 2005. Citado na página 41.
- POTSCH, F.; ANDRADE, A. Comunicação em projetos: Como superar a visão mecanicista. p. 4, 2009. Disponível em: <[http://maintrends.com.br/arquivos/comunicacao\\_em\\_projetos.pdf](http://maintrends.com.br/arquivos/comunicacao_em_projetos.pdf)>. Citado na página 27.

- RABELO, N. *UnB oferece 1.988 vagas para o SiSU*. 2017. Disponível em: <<http://noticias.unb.br/publicacoes/67-ensino/1193-unb-oferece-1-988-vagas-para-o-sisu>>. Citado na página 16.
- RUSSO, I. C. P. *Acústica e psicoacústica aplicadas À fonoaudiologia*. 1999. Citado na página 42.
- SILVA, D. A. da et al. *Application of a hybrid process software requirements management*. p. 100, 2016. Citado na página 23.
- SOMFY. *Somfy - Persiana Interna*. 2017. Disponível em: <<http://www.somfy.com.br/produtos/janelas/persiana-interna>>. Citado na página 59.
- SOUZA, R. D. Q. *Metodologia e desenvolvimento de um sistema de manutenção preditiva visando à melhoria da confiabilidade de ativos de usinas hidrelétricas*. Universidade de Brasília, 2010. Citado na página 63.
- STACK-LABS. *FAQ - Can I adjust my Stack lights via an app?* 2017. Disponível em: <<http://www.stacklighting.com/faq>>. Citado na página 58.
- TURETKEN, O.; STOJANOV, I.; AND, J. T. *Assessing the adoption level of scaled agile development: a maturity model for scaled agile framework*. 2016. Citado na página 24.
- YOUSUF, M.; ASGER, M. *Estudo comparativo sobre as técnicas de elicitação de requisitos do software*. 2015. Citado na página 17.