

Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Engenharias

**Título: Implementação de sistema "SmartGrid"  
na FGA integrado com fontes alternativas de  
energia**

Autor: Turma C  
Orientador: Juliana Petrocchi Rodrigues

Brasília, DF  
2016





Turma C

**Título: Implementação de sistema "SmartGrid" na FGA  
integrado com fontes alternativas de energia**

Relatório submetido para a avaliação do  
ponto de controle 1 referente à matéria Pro-  
jeto Integrador 1 do grupo responsável pelo  
projeto de uma SmartGrid para a UnB -  
FGA.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Juliana Petrocchi Rodrigues

Coorientador: Fábio Cordeiro de Lisboa

Brasília, DF

2016

# Lista de ilustrações

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Estrutura Analítica do projeto SmartGrid para a FGA . . . . .            | 8  |
| Figura 2 – Interface do Quadro referente ao Ponto de Controle 1 no Trello . . . . . | 9  |
| Figura 3 – Interface da Pasta do Projeto no Google Drive . . . . .                  | 10 |
| Figura 4 – Quebra de contrato com a CEB . . . . .                                   | 12 |
| Figura 5 – Dependência da Concessionária . . . . .                                  | 13 |
| Figura 6 – Quadro do Canvas . . . . .   | 16 |
| Figura 7 – Consumo (kW) x Tempo (meses) . . . . .                                   | 17 |
| Figura 8 – Consumo entre abril de 2015 e abril de 2016 . . . . .                    | 18 |

## Sumário

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO E ASPECTOS GERAIS . . . . .</b>      | <b>5</b>  |
| <b>2</b>   | <b>ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO . . . . .</b>    | <b>7</b>  |
| <b>3</b>   | <b>DEFINIÇÃO DA FERRAMENTA DE GESTÃO . . . . .</b> | <b>9</b>  |
| <b>4</b>   | <b>ANÁLISE DO PROBLEMA . . . . .</b>               | <b>11</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Diagrama de Fishbone . . . . .</b>              | <b>11</b> |
| 4.1.1      | Introdução . . . . .                               | 11        |
| 4.1.2      | Quebra de Contrato de Demanda da CEB . . . . .     | 11        |
| 4.1.3      | Dependência da Concessionária Energética . . . . . | 12        |
| <b>4.2</b> | <b>Canvas . . . . .</b>                            | <b>14</b> |
| 4.2.1      | Justificativas . . . . .                           | 14        |
| 4.2.2      | Objetivos Smart Grid . . . . .                     | 14        |
| 4.2.3      | Benefícios futuros . . . . .                       | 14        |
| 4.2.4      | Produto . . . . .                                  | 15        |
| 4.2.5      | Requisitos . . . . .                               | 15        |
| 4.2.6      | Stakeholders . . . . .                             | 15        |
| 4.2.7      | Restrições . . . . .                               | 15        |
| 4.2.8      | Premissas . . . . .                                | 15        |
| 4.2.9      | Riscos . . . . .                                   | 16        |
| 4.2.10     | Resumo gráfico do Canvas . . . . .                 | 16        |
| <b>4.3</b> | <b>Definição de Problemas Principais . . . . .</b> | <b>16</b> |
| 4.3.1      | Análise dos problemas . . . . .                    | 16        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 4.3.2      | Consumo incompatível com o contratado . . . . .  | 17        |
| 4.3.3      | Dependência da concessionária de energia elétrica . . . . .  | 17        |
| <b>5</b>   | <b>SOLUÇÃO GERAL . . . . .</b>   | <b>19</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Fotovoltaica . . . . .</b>  | <b>19</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Biogás . . . . .</b>  | <b>20</b> |
| <b>6</b>   | <b>ANÁLISE DE REQUISITOS . . . . .</b>   | <b>23</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Análise para fontes renováveis . . . . .</b>  | <b>24</b> |
| <b>6.2</b> | <b>Análise para Medidores digitais de consumo inteligente, com informações em tempo real sobre o consumo, potência e qualidade dos serviços fornecidos . . . . .</b> | <b>24</b> |
| <b>6.3</b> | <b>Instalações de sistemas “on grid” integrando as instalações com a distribuidora de energia . . . . .</b>  | <b>25</b> |
| <b>6.4</b> | <b>Utilização de inversores “grid tie” interligados às fontes alternativas e à rede elétrica, geridos por medidores bidirecionais . . . . .</b>                      | <b>25</b> |
| <b>7</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>  | <b>27</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>   | <b>29</b> |



# 1 Introdução e Aspectos Gerais

Persuasão. Esse é um dos pontos essenciais para a realização de um bom projeto. A capacidade em gerar argumentação e reinventar algo ao usar métodos estrategicamente pensados. Tanto é que é um dos tópicos (e que se diria, um dos mais importantes) de um ponto de controle.

Esse relatório – estudo, já possui em si o nome de seu principal propósito, “controle”, e possui uma sequência de finalidades. No entanto, o que o poderia abreviar seu intuito em poucas palavras seria a organização, comunicação, análise e gerenciamento.

Em cada ponto desses, está a chave para o sucesso. A comunicação é um ponto essencial, que abraça todas as ideias e respectivas resoluções de problemas. O gerenciamento, só é possível graças a comunicação, e ambos, só seguem em frente graças a análise engenhosa e minuciosa de cada ponto que envolve um projeto.

Com esses pontos estratégicos, e suas devidas subdivisões, a proposta está devidamente encaminhada. Se direciona a um futuro promissor que agrega tanto o bem profissional aos envolvidos no projeto, quanto o bem daqueles que foram beneficiados pelo projeto em si.

O projeto visa a implantação de um Sistema “Smart Grid” na FGA, que refere-se a um sistema de energia elétrica que se utiliza da tecnologia da informação para fazer com que o sistema seja mais eficiente econômica e energeticamente, confiável e sustentável. O projeto deve contemplar, ao menos, 2 fontes energéticas alternativas integradas e ser feito a partir de um balanço energético da FGA visando uma estimativa de eficiência energética e avaliação dos impactos na redução de energia.





## 2 Estrutura Analítica do Projeto

No gerenciamento de projeto, A ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO (EAP) ou em inglês WORKBREAKDOWN STRUCTURE é uma ferramenta de subdivisão das entregas e trabalhos do projeto em componentes menores, facilitando o gerenciamento.

Na EAP do projeto SmartGrid, inicialmente foi dividido em três sub categorias que seriam ela os pontos de controles, sendo que a partir dessas categorias foi quebrando as metas e trabalhos que deveriam ser realizados para que o projeto tenha êxito, e que facilite o gerenciamento.

Uma das principais entregas do primeiro ponto de controle é apontar as problemáticas que o projeto pretende solucionar, corroborando a importância da implementação do projeto (SmartGrid). No segundo ponto de controle a principal entrega, será a da solução dos problemas que foram apresentados no ponto de controle um. O ponto de controle três, já traz como sua entrega principal, a visão econômica do projeto e sua viabilidade, seu rendimento e tempo de retorno do investimento.

A figura 1 apresenta a estrutura analítica do projeto em questão

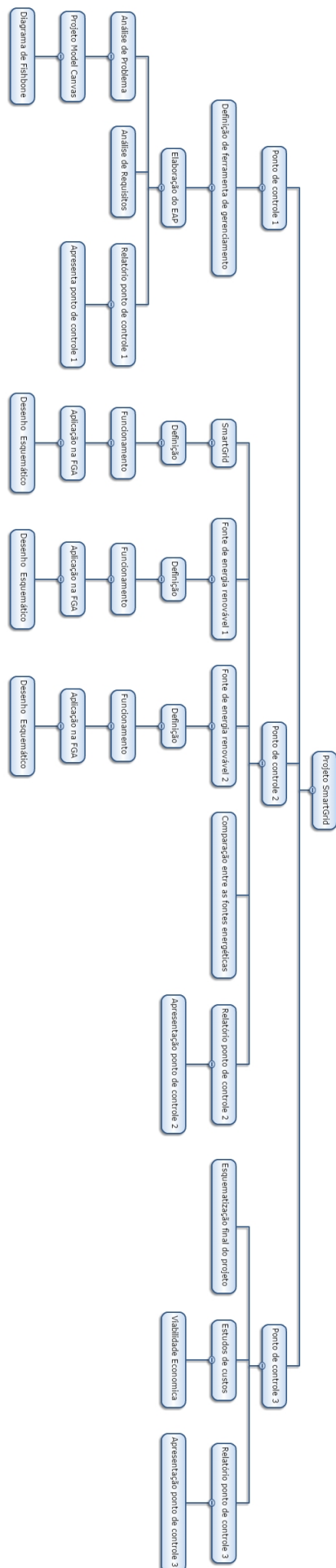


Figura 1 – Estrutura Analítica do projeto SmartGrid para a FGA

### 3 Definição da Ferramenta de Gestão

O gerenciamento de projetos é um conjunto de ferramentas destinado ao controle de eventos que estão dentro de um cenário de tempo, custo e qualidade pré determinados (VARGAS, 2016), sendo assim a definição dessas ferramentas para a gestão de um projeto é um etapa essencial na fase de Definição e Planejamento de um projeto.

Para o projeto em questão, duas ferramentas foram selecionadas, cada uma com uma finalidade diferente, sendo elas o Trello e o Google Drive. Essas duas ferramentas foram escolhidas por disponibilizarem espaços de colaboração de grupo disponíveis online de forma livre e gratuita (PAULUS; LESTER; DEMPSTER, 2013).

O Trello (Figura 2) , no projeto, tem a finalidade de fazer com que todos os membros do projeto possam monitorar e acompanhar todas as etapas e atividades do projeto como um todo e fazer com o gerente do projeto consiga ter registro e controle de todas as atividades já executadas, em execução e a serem executadas.

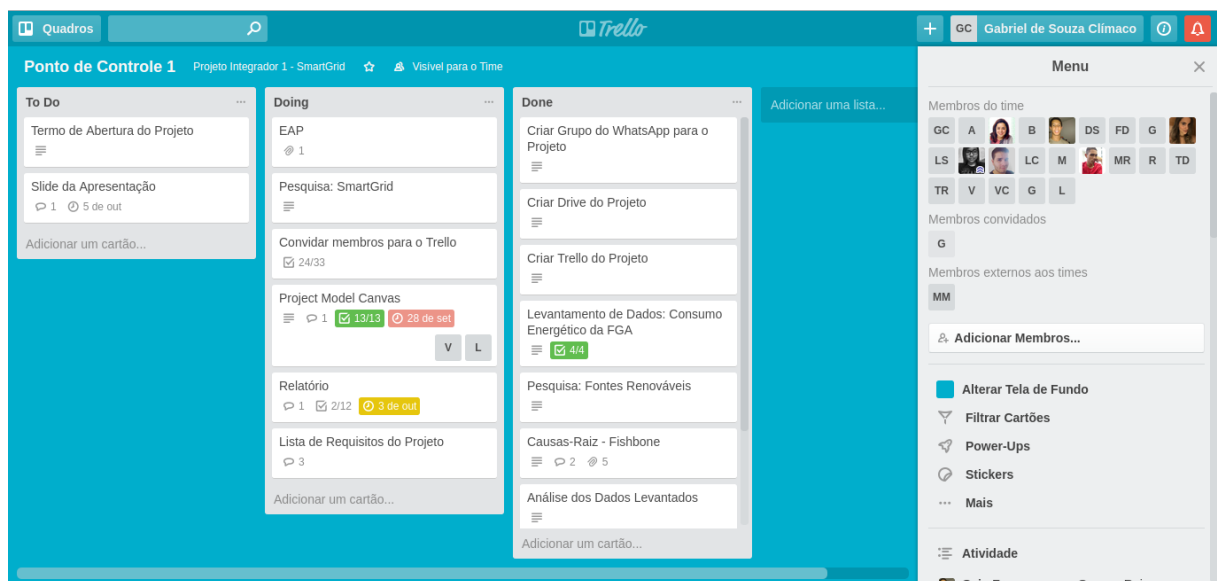


Figura 2 – Interface do Quadro referente ao Ponto de Controle 1 no Trello

E o Google Drive (Figura 3) tem a finalidade de fazer com que todos os membros do projeto possam armazenar arquivos importantes de forma compartilhada em um só lugar e permitir que eles tenham acesso ao conteúdo completo desses arquivos de forma online a qualquer momento.

As duas ferramentas utilizadas de forma conjunta permitirá aos membros do projeto o alinhamento em relação a todas as etapas e informações do projeto.

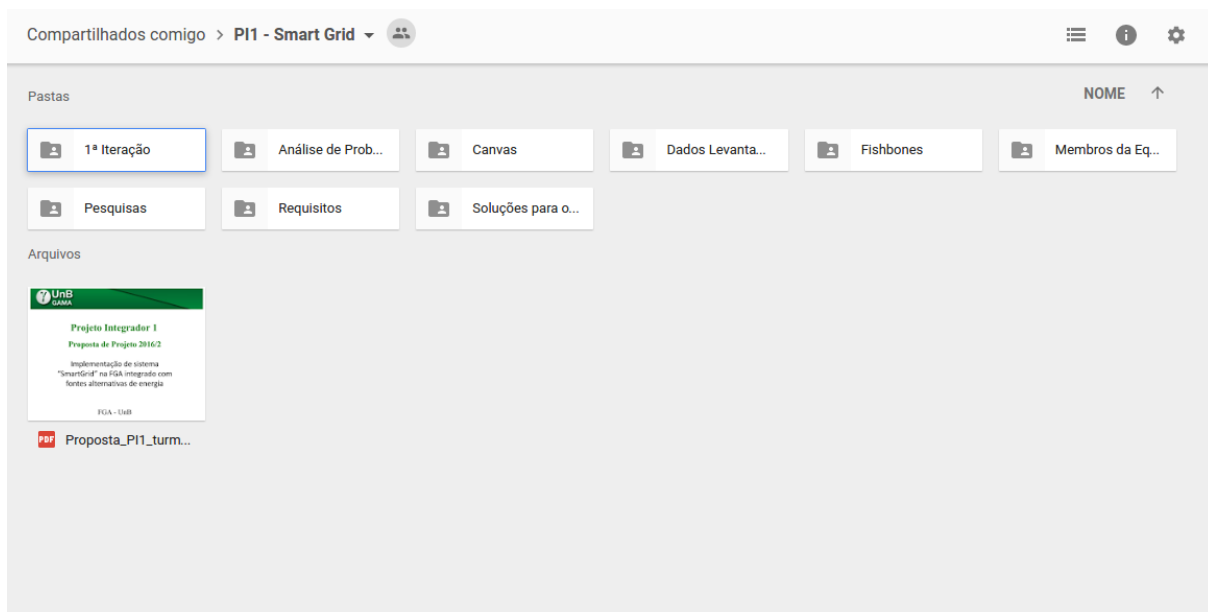


Figura 3 – Interface da Pasta do Projeto no Google Drive

## 4 Análise do Problema

### 4.1 Diagrama de Fishbone

#### 4.1.1 Introdução

O diagrama fishbone, também conhecido como **diagrama de causa e efeito** é um diagrama desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943, FARIA (2008), e tem como objetivo organizar, de uma maneira prática, os problemas encontrados em um processo específico a fim de melhorar a identificação dos requisitos e a compreensão do contexto em que o diagrama foi aplicado.

Em sua estrutura original, o diagrama é dividido em 6 categorias, onde estas representam as prováveis causas do problema principal: Método, material, mão de obra, máquina, medida e meio ambiente. Porém, para melhor identificação dos problemas o grupo tomou a decisão de subdividir o diagrama em 6 diferentes categorias: equipamentos, infraestrutura, governo, métrica, pessoas e clima.

Os problemas encontrados são: **Quebra de Contrato de Demanda da CEB e Dependência da Concessionária Energética.**

#### 4.1.2 Quebra de Contrato de Demanda da CEB

Um dos principais problemas que geram a necessidade de um sistema Smart Grid na Faculdade do Gama da Universidade de Brasília é a frequente quebra do contrato de demanda energética feito com a CEB (Companhia Energética de Brasília). Gastos energéticos excessivos da instituição ultrapassam os limites determinados pela concessionária e isso gera multas para a universidade.

Foi notado que o governo é uma das causas desse problema, pois há muita burocracia para a universidade obter licenças ambientais para obras que poderiam reduzir os gastos energéticos da instituição, por exemplo, o estacionamento, que faria com que menos poeira entrasse nos prédios, o que diminuiria a frequência em que a equipe de limpeza precisa atuar.

Em relação à infraestrutura, o projeto dos prédios não favorece a entrada de luz solar nas salas, o que implica na necessidade de manter as luzes acesas durante o dia. Além disso, a disposição das carteiras e quadros nas salas de aula não é adequado, pois os raios de sol provocam reflexos nos quadros. Caso a lousa e o quadro branco estivessem localizados entre as portas, esse problema não aconteceria. O modelo sugerido é utilizado no prédio BSA Norte, localizado no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília.

O fato de haver máquinas e equipamentos nos laboratórios da faculdade que, além de exigirem muita potência, ficam ligados fora do horário de uso, culmina no gasto energético acima do estipulado pelo contrato de demanda da CEB. Além disso, vários dispositivos são de versões ultrapassadas, que consomem mais energia elétrica.

Outro fator que influencia é que grande parte dos frequentadores do campus não possuem educação ambiental básica, fato que pode ser confirmado ao se notar que várias luzes e equipamentos ficam ligados após o término das aulas. Se a população da faculdade se conscientizasse e atitudes como essas fossem mudadas, o gasto energético seria menor.

Por fim, o clima quente característico da região do campus, somadas com as queimadas que ocorrem esporadicamente nas redondezas aumentam a necessidade do uso de ar condicionado e ventiladores nas salas que os possuem. Além disso, a poeira presente na faculdade gera gastos com o uso de equipamentos para a limpeza.

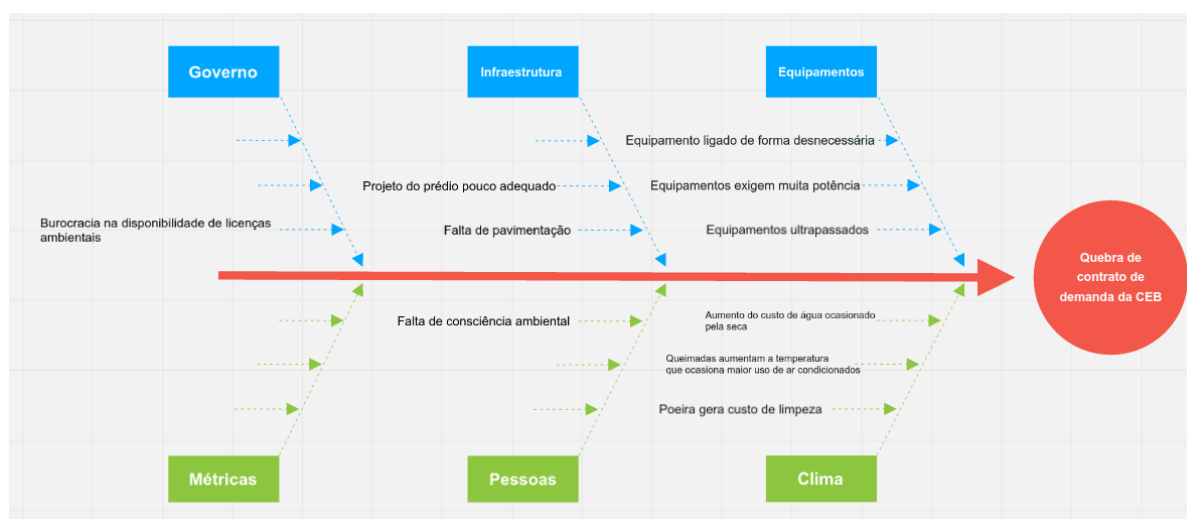


Figura 4 – Quebra de contrato com a CEB

### 4.1.3 Dependência da Concessionária Energética

Como a Companhia Energética de Brasília é a única fornecedora de energia elétrica no Distrito Federal, a Universidade de Brasília se torna dependente dos serviços dessa empresa. Esse fato é um dos estimuladores para a implantação de um sistema Smart Grid no Campus Gama da Universidade de Brasília, visto que tal solução conta com ao menos duas fontes de energia alternativa. As causas e efeitos dessa dependência estão explícitos abaixo.

O governo se torna uma das causas da dependência da concessionária energética levando em consideração o monopólio desse serviço. Dessa forma, a empresa estatal pode cobrar qualquer valor pelo fornecimento de energia elétrica que a universidade não tem opção, exceto aceitar e pagar. A infraestrutura do campus não fornece fontes alternativas

de energia, ou seja, os frequentadores e os equipamentos dependem diretamente da energia elétrica, que é fornecida pela concessionária energética.

Como há essa dependência da concessionária, todos os equipamentos da faculdade estão sujeitos aos picos de energias provenientes da sede da empresa. Tais eventos danificam os aparelhos expostos, podendo ocasionar até a perda total e acidentes envolvendo pessoas.

Além disso, a concessionária trabalha com pacotes de energia limitados, o que não é ideal para instituições que possuem alta demanda energética, como faculdades. Tal fato culmina na frequente quebra do contrato de demanda energética, que gera multas e gastos a mais para a universidade.

Como o serviço de fornecimento de energia é prestado exclusivamente pela concessionária energética, a universidade fica a mercê da disponibilidade de técnicos da empresa para realizar reparos e solucionar problemas na rede elétrica. Essa problemática piora em épocas de greve dos funcionários da contratada.

Por fim, a concessionária trabalha com bandeiras tarifárias que variam de acordo com a época do ano. Devido às altas temperaturas da região em questão durante a maior parte do ano a conta anual se torna mais cara. Além disso, problemas ambientais, como a seca, podem prejudicar o fornecimento de energia elétrica, pois diminui o volume de água nas barragens, visto que a energia elétrica em questão provém de usinas hidrelétricas.

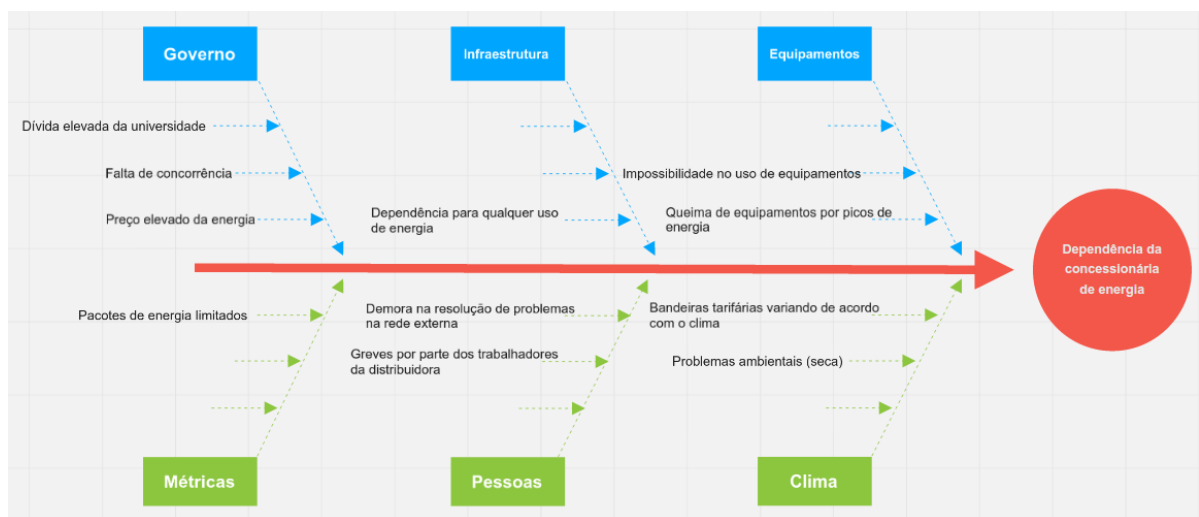


Figura 5 – Dependência da Concessionária

## 4.2 Canvas

O Project Model Canvas é um quadro auxiliar no processo de gerenciamento de projetos, o qual nele consta justificativas, stakeholders, equipe, produto, objetivos entre outros.

### 4.2.1 Justificativas

**Altos Gastos Energéticos:** A faculdade do Gama (FGA) tem um consumo de energia elevado devido a utilização de equipamentos de alta potência, encontrados em laboratórios, salas de aulas, salas de professores, nas dependências gerais e no Restaurante Universitário (RU). Esses gastos elevados de energia elétrica podem ser comprovados com as contas de energia elétrica da FGA.

**Perdas e ineficiência de transmissões:** A falta de manutenção nas instalações elétricas e equipamentos é um fator que contribui para o elevado custo com eletricidade da FGA, pois esta situação provoca uma redução no rendimento dos equipamentos e da distribuição de energia. Um exemplo dessa situação são os projetores das salas superiores do UAC, que devido à falta de manutenção as imagens projetadas acabam ficando com pouca qualidade, além das instalações dos laboratórios de informática onde há fios expostos.

**Utilização de Fontes Tradicionais de Energia Elétrica:** As Fontes tradicionais no cenário brasileiro são as hidrelétricas, que podem ter oscilações sazonais de produção por fatores climáticos, o que pode interferir na estabilidade do serviço e no preço.

**Dependência da Companhia de Eletricidade de Brasília (CEB):** A dependência da companhia pode gerar uma série de fatores desagradáveis, como burocracia para resolver problemas simples que trazem deficiência ao fornecimento da eletricidade, além dos custos com a mudança de tarifas de energia elétrica como a bandeira vermelha.

### 4.2.2 Objetivos Smart Grid

Projetar um sistema Smart Grid para a FGA interligado as duas fontes renováveis em um período de um trimestre.

### 4.2.3 Benefícios futuros

**Incentivo ao uso de fontes renováveis:** O projeto propõe a utilização de fontes renováveis em um campus de engenharia, incentivando avanços e pesquisa na área, isto é, as usinas que serão instaladas dentro do campus da FGA poderão ser usadas como laboratórios para a graduação dos alunos do campus.



Gestão do consumo de energia elétrica na FGA: Atualmente na FGA não há uma gestão do consumo de energia. A gestão por um Smart Grid gera dados do consumo, uma otimização de consumo e redução de custos.

Menor dependência da companhia elétrica: A instalação de fontes renováveis gera, além da estabilidade no fornecimento energético, um abatimento de custos ao fornecimento de energia não utilizada para a companhia, isto é, a faculdade terá crédito com a CEB.

#### 4.2.4 Produto

Um sistema inteligente para o aumento da eficiência no uso de energia elétrica consumido no campus Gama, além da integração de fontes renováveis.

#### 4.2.5 Requisitos

Um Sistema de controle que interliga duas fontes renováveis e a fonte provinda da CEB, dimensionado para a Faculdade do Gama.

Automação elétrica nos prédios do campus Gama.

#### 4.2.6 Stakeholders

Universidade de Brasília (Instituição).

Corpo discente e docente da universidade, no desenvolvimento de projetos que envolvem as fontes renováveis e do sistema.

Companhia de Eletricidade de Brasília (CEB). Compra da energia excedente, produzida na FGA, para a rede tradicional, auxiliando no atendimento da demanda geral.

#### 4.2.7 Restrições

Projeto não deve exceder prazo de 3 meses.

Acesso a plantas, projetos elétricos e as áreas dos prédios.

#### 4.2.8 Premissas

Redução no valor final da conta de energia para a FGA.

Diminuição de desperdício elétrico.

Proteção a equipamentos por instabilidade no fornecimento elétrico.

### 4.2.9 Riscos

Baixa aderência da equipe ao desenvolvimento: Este fator pode diminuir a produtividade geral, causando atrasos e sobrecarga de tarefas.

Problemas de compatibilidade com projeto da FGA: Isso tornaria necessário alterar, em algum momento, um ponto estrutural do próprio prédio.

### 4.2.10 Resumo gráfico do Canvas

A seguir encontra-se a imagem que resume o que foi explicado nesta seção.

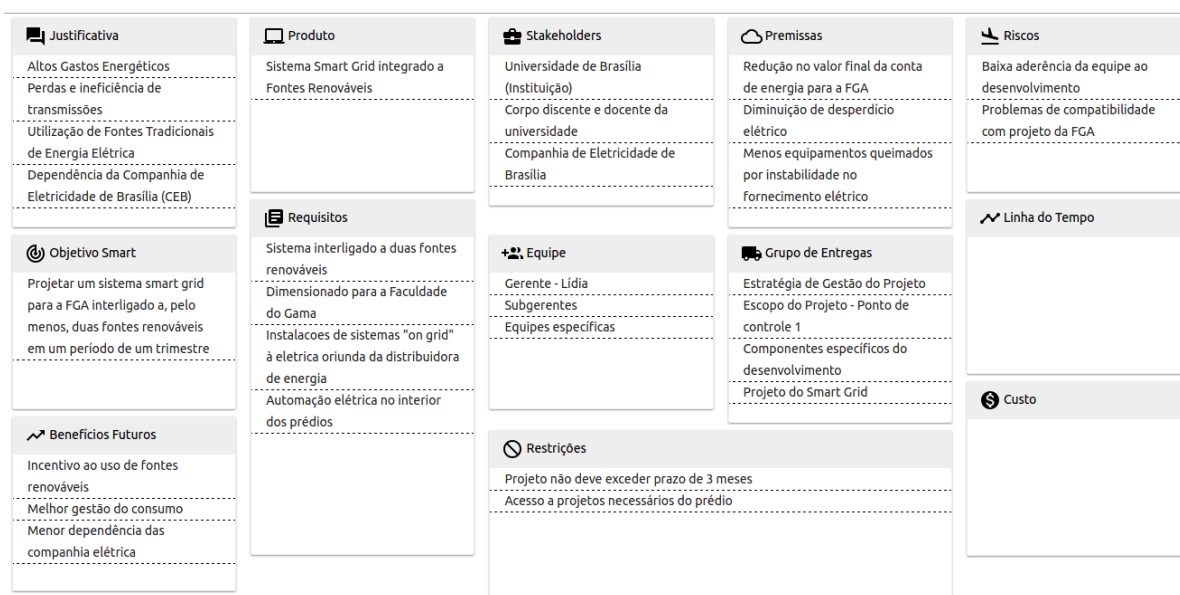


Figura 6 – Quadro do Canvas

## 4.3 Definição de Problemas Principais

### 4.3.1 Análise dos problemas

O projeto tem por finalidades focar em alguns problemas do campus do Gama da Universidade de Brasília (FGA) a fim de que haja soluções compatíveis e viáveis. A proposta de aplicação do Smart Grid junto às fontes renováveis (solar e biogás), está sendo desenvolvida para combater esses impasse.

Os principais problemas encontrados foram a dependência energética de apenas uma concessionária e o fato do consumo mensal de energia não ser compatível com o contrato feito com a empresa responsável pelo abastecimento energético no campus. Esses problemas serão discutidos a seguir.

### 4.3.2 Consumo incompatível com o contratado

Tomando como base as contas de energia do campus no período de abril de 2015 à abril de 2016 e o consumo diário de energia elétrica, notou-se que os gastos com eletricidade estão incompatíveis com os limites pré-estabelecidos no contrato entre a UnB e a CEB. Esse acordo determina uma quantidade de quilowatts(kW) a ser gasta mensalmente, o que por sua vez também determina um valor a ser pago de acordo com essa quantidade.

A partir desse valor fixado, definido como valor limite ponta, foi-se analisado que em determinadas épocas houveram alguns registros acima do valor limite ou com valor significativamente menor. Essa análise é ilustrada a seguir:

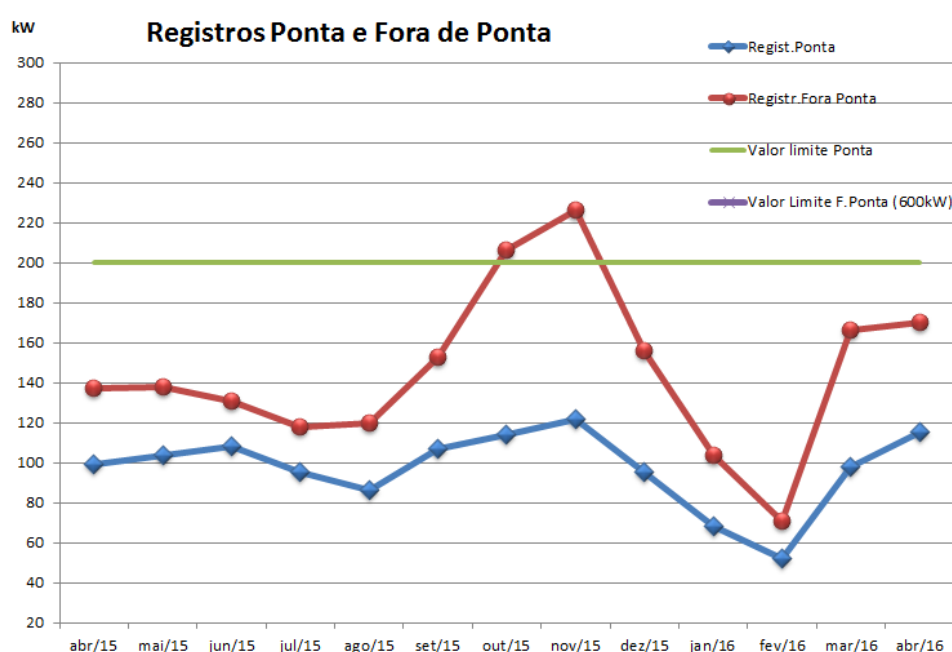


Figura 7 – Consumo (kW) x Tempo (meses)

Percebendo que o consumo de ponta está sendo muito menor que o valor limite(600kW), valor fixado entre FGA e CEB, caso passe será cobrado um taxa de juros e multa e isso acaba gerando um desperdício para FGA, onde ela está pagando por um valor fixo muito alto que não será alcançada mesmo com seu mês de maior consumo, pois o maior consumo foi de 120KW, chegando a 20% (vinte por cento) do valor fixado. A imagem 8 mostra o consumo de energia elétrica no período levantado:

### 4.3.3 Dependência da concessionária de energia elétrica

Um dos grandes e mais evidentes problemas encontrados condiz da dependência da instituição com a concessionária de fornecimento da eletricidade.

O serviço de distribuição de energia elétrica é considerado, na literatura econômica, como um exemplo clássico de monopólio natural. Uma atividade econômica dá origem a

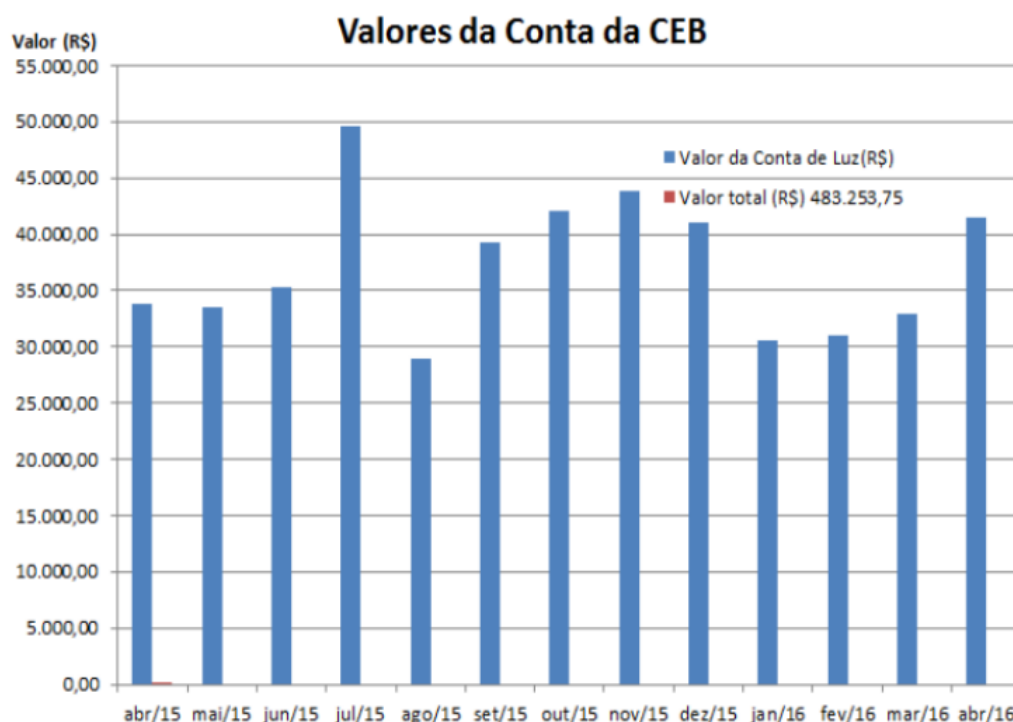


Figura 8 – Consumo entre abril de 2015 e abril de 2016

uma estrutura de mercado de monopólio natural quando a produção é mais eficiente do ponto de vista técnico e econômico quando há apenas uma firma atuando no segmento específico do mercado (RAMOS; BRANDÃO; CASTRO, 2012)

Sendo assim, por se ter uma única empresa disponível para o fornecimento da eletricidade e do serviço de manutenção desta, pode-se dizer que nas imediações da instituição existe um monopólio natural. Nesse caso, tem-se que a CEB - Companhia de Elétrica de Brasília - exerce um monopólio de serviço e fornecimento, não existindo uma concorrência sadia ou qualquer que seja. Isso acaba prejudicando diretamente a instituição pela necessidade de consumo e impossibilidade de comprar livremente de uma concessionária de sua escolha.

Não obstante, na ausência da ação do Regulador, o monopólio natural em nada beneficia os consumidores. Se há apenas uma firma atuando no setor e se encontra naturalmente protegida da competição, a tendência é que prevaleçam altos preços de serviços que se traduzirão em lucros extraordinariamente elevados para o monopolista. Esta possibilidade concreta justifica que atividades que são reconhecidas como monopólios naturais sejam usualmente reguladas com o objetivo de proteger o consumidor contra a prática de preços elevados (RAMOS; BRANDÃO; CASTRO, 2012).

## 5 Solução Geral

A proposta do projeto de um modelo de Smart Grid para a FGA surgiu a partir da necessidade de reduzir os gastos energéticos da FGA, diminuir as perdas energéticas, aumentar a sustentabilidade para o meio ambiente que o cerca e diminuir a dependência da concessionária de energia elétrica. Além dos aspectos anteriormente citados, o projeto visa melhorar a qualidade do sinal elétrico que circula na FGA, tornando a rede mais estável e monitorando a quantia de energia gasta em vários pontos para evitar desperdícios e permitir uma administração inteligente no uso de energia elétrica.

Foram escolhidas pela equipe duas fontes alternativas de energia para trabalhar paralelamente na produção de energia para o Campus e evitar a total dependência por parte de fornecimento energético externo, são elas a fotovoltaica e o biogás. Estas fontes foram escolhidas através de pesquisas e estudos de viabilidade para implantação e dimensionamento no Campus. Vale ressaltar que a demanda energética será maior que a energia produzida pelas fontes renováveis, e ainda será necessário a utilização de energia elétrica proveniente da CEB.

### 5.1 Fotovoltaica

Energia fotovoltaica é a energia elétrica produzida a partir de luz solar, e pode ser produzida mesmo em dias nublados ou chuvosos. Quanto maior for a radiação solar maior será a quantidade de eletricidade produzida. O processo de conversão da energia solar utiliza células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor). Quando a luz solar incide sobre uma célula fotovoltaica, os elétrons do material semicondutor são postos em movimento, desta forma gerando eletricidade. A energia fotovoltaica é uma tecnologia 100% comprovada, sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica já são utilizados a mais de 30 anos.

#### Vantagens

- A energia solar não polui durante seu uso. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controle existentes atualmente.
- As centrais necessitam de manutenção mínima.
- Os painéis solares são a cada dia mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável.

- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão.
- Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e consequentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.

### Desvantagens

- Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que torna obrigatória a existência de meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia.
- As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas por exemplo aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), e a energia hidroelétrica (água).

## 5.2 Biogás

A compreensão do biogás como fonte renovável de energia traz como necessário o entendimento da biomassa como recurso com potencial energético. Biomassa poder ser designada como a massa total de matéria orgânica acumulada num espaço. Desta forma pertencem à biomassa todos os vegetais e animais, bem como os seus resíduos. Além disso, os resíduos industriais dos segmentos madeireiro e alimentício e os resíduos urbanos, como esgoto doméstico. Esta abrangência de biomassa pode ser transformada pelas tecnologias convenientes de conversão em biocombustíveis e energias térmica, mecânica e elétrica (STAISS & PEREIRA, 2001).

O biogás é produzido a partir da digestão anaeróbia de matéria orgânica. Basicamente o processo é constituído pela aglomeração destes resíduos em uma estrutura fechada, denominada biodigestor. No biodigestor as bactérias inerentes aos dejetos obtêm, dentro de condições adequadas de trabalho, suas energias a partir da atuação fermentativa nos resíduos orgânicos, que traz como produtos o biogás, o efluente líquido mineralizado (após tratamento) e biofertilizantes.

Os microrganismos atuantes neste processo precisam de condições adequadas para a eficiência do trabalho fermentativo, como baixo teor de substâncias tóxicas e poder calórico adequado da matéria orgânica, temperatura na faixa de 30-35 °C e pH entre 7-7,5.

Essas restrições, junto a escolha adequada do tipo de biodigestor, não expõem os microrganismos a condições estressantes, promovendo um bom aproveitamento da aglomeração orgânica.

O biodigestor é o local onde a matéria orgânica é depositada e sofre a digestão anaeróbia bacteriana. Esta construção é basicamente constituída por um canal de entrada de resíduos, uma câmara de digestão, um canal de remoção do biofertilizantes, por um desnível coletor dos efluentes líquidos e por uma canalização para saída do gás. O biodigestor do tipo indiano é designado por este projeto, em virtude da sua simplicidade tecnológica e do posicionamento subterrâneo da sua câmara de digestão, que contribui na regulação das condições térmicas da atuação bacteriana.

O produto de maior relevância, neste estudo, a ser obtido é o biogás. Este por sua vez, é uma mistura de outros gases cujas características qualitativas e quantitativas dependem dos tipos residuais postos à atividade de digestão anaeróbia. Normalmente o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) aparece como constituinte em maior percentual no biogás – de 50 a 80% (LA FARGE, 1979). A relevância do biogás, aqui, é devido ao interesse no produto final energia elétrica. A energia química do gás, por um processo controlado de combustão, é convertida em energia mecânica que ativa um gerador elétrico.

A biomassa adotada neste estudo é a proveniente de resíduos orgânicos produzidos pelo restaurante universitário do Campus Faculdade do Gama, da Universidade de Brasília, e o lixo orgânico produzido pela cidade do Gama, Distrito Federal. O objetivo é a redução da dependência energética da concessionária de energia elétrica da região, o incentivo ao estudo e desenvolvimento de fontes renováveis de energia que podem ser estendidas a regiões deficientes de infraestrutura elétrica, e a realização de um melhor manejo de resíduos domésticos, que permite um controle mais adequado de disposição final de resíduos e aliviar a sobrecarga dos lixões do Distrito Federal.





## 6 Análise de Requisitos

Devido à alta demanda de energia elétrica no campus FGA e também ao constante desperdício de energia elétrica promovida por meio de ações ou por equipamentos mal dimensionados, tem-se o problema da constante quebra no contrato de demanda de energia elétrica feito entre a companhia de energia elétrica e a UnB. Esse problema tem gerado gastos e dívidas entre as duas instituições, que poderiam ser utilizados para fins de projetos ou até na infraestrutura do campus. Além do desperdício e a alta demanda de energia elétrica, a condição ambiental existente no campus, bem como a arquitetura dos prédios construídos, são aspectos que devem ser levados em conta na questão de sustentabilidade energética, por não aproveitar a iluminação diária ou por não propiciar a circulação adequada de ar, provocando um aumento no uso de lâmpadas e de climatizadores em diversos pontos do campus.

A partir dos principais problemas no âmbito de consumo e gerenciamento de energia elétrica no campus, identificados com diagramas de Fishbone e, com base na pesquisa das condições insustentáveis quanto ao uso de energia elétrica no campus FGA levantadas por meio de entrevistas e conversas sobre o problema com professores e usuários do campus, propõe-se os seguintes requisitos relativos ao projeto.

### Requisitos funcionais

- Instalação de fontes alternativas e complementares de energia elétrica.
- Dispositivos de gerenciamento sobre gastos energéticos em tempo real.
- Instalações de sistemas “on grid” integrando as instalações com a distribuidora de energia.
- Automação predial eletro-eletrônica nos principais prédios do campus.

### Requisitos não funcionais

- Controle de iluminação do prédio deverá ser monitorada por ferramentas de dimerização automática e deverá conter sensores de presença em locais de grande fluxo de pessoas.
- Utilização de inversores “grid tie” interligados às fontes alternativas e à rede elétrica, geridos por medidores bidirecionais.
- Medidores digitais de consumo inteligente, com informações em tempo real sobre o consumo, potência e qualidade dos serviços fornecidos.

## 6.1 Análise para fontes renováveis

Para Fontes renováveis de energia o sistema deve apresentar-se como complemento à rede elétrica disponível da concessionária de energia elétrica, formando uma rede de smart grid não auto-sustentável, caracterizada pela diminuição do gasto energético e podendo assim facilitar a renegociação de dívidas com as concessionárias.

Dentre as fontes alternativas de energia avaliadas, destaca-se a energia solar (a partir de painéis fotovoltaicos), a energia heliotérmica (proveniente da concentração de feixes solares), a energia eólica e a energia de biomassa (a partir de um biodigestor).

### Fatores na instalação

- O espaço físico é um problema inicial deste requisito, assim como a fonte será utilizada para gerar energia.

### Problemas associados à instalação

- Biodigestor: O cheiro que é exalado por este meio acabaria incomodando a todos que estivessem perto desta fonte, outro fator é que seria interessante a fonte estar relativamente próxima ao Restaurante Universitário (RU) na universidade pois a maior produção de objetos orgânicos é neste local.
- Painéis fotovoltaicos: Cálculo do dimensionamento do gerador fotovoltaico para uma estrutura como a FGA, materiais que possam transmitir a energia sem perda e que sejam baratos para a instalação, o formato da superfície ao qual os painéis serão instalados, pesquisa prévia à instalação para ver o índice de radiação e quais os melhores pontos a serem abordados para a construção.

## 6.2 Análise para Medidores digitais de consumo inteligente, com informações em tempo real sobre o consumo, potência e qualidade dos serviços fornecidos

O Dispositivo de gerenciamento da energia elétrica (DGEE) é basicamente um quadro elétrico trifásico, de um controlador lógico programável (CLP) e um supervisor para monitorar os valores eficazes da corrente elétrica e da tensão elétrica, o fator de potência, demanda e consumo da energia elétrica, usando objeto de ligação embarcado para controle de processo, que permite ao usuário acessar em tempo real os parâmetros da CLP. A comunicação entre o DGEE e os servidores serão feitas por uma rede sem fio.

Por conta dos elevados custos da geração e da distribuição de energia elétrica para o Campus da FGA, e escassez de recursos naturais secundários, o uso da energia elétrica

é de grande importância. No entanto a possibilidade de gerenciar e controlar, pode trazer inúmeros benefícios. Ter a possibilidade do monitoramento e armazenamento dos dados, tais como fator potência, ativa, reativa, e valores efetivos dos picos de tensões e correntes a fim de reduzir o desperdício e o custo de consumo.

Com a demanda exigida pela concessionária contratada, torna se necessário o uso do dispositivo de gerenciamento de energia elétrica. O circuito para implementação é dividido em duas partes: Circuito de potência e circuito de controle. O circuito de potência é responsável pela interface com a rede elétrica para a aquisição dos dados de energia elétrica (corrente, tensão, potência ativa e reativa e fator de potência). Já o circuito de controle é o responsável pelo tratamento dos dados medidos e pela comunicação via Wireless com o servidor.

### 6.3 Instalações de sistemas “on grid” integrando as instalações com a distribuidora de energia

Ao contrário de sistemas auto-suficientes, que são sistemas compostos por baterias e conexões exclusivas a uma fonte alternativa, os sistemas de conexão à rede (ou sistemas “on grid”) podem ser utilizados tanto para abastecer uma residência, quanto para simplesmente produzir e injetar a energia na rede elétrica, assim como uma usina hidroelétrica ou térmica, porém de forma complementar.

Se o proprietário do sistema produzir mais energia do que consome, a energia produzida fará com que o medidor “gire para trás”. Quando produzir menos do que consome, o medidor deverá “girar mais devagar”. Vale observar que o medidor deve ser apropriado para contabilizar o fluxo de energia nos dois sentidos.

### 6.4 Utilização de inversores “grid tie” interligados às fontes alternativas e à rede elétrica, geridos por medidores bidirecionais

Inversor para conexão à rede (ou grid connected inverter) é um dispositivo eletrônico que permite aos usuários de energia fotovoltaica ou eólica interligar seus sistemas com a rede da concessionária e injetar na rede o excedente de energia produzido pelos sistemas (fotovoltaico ou eólico).

A principal característica de um inversor para conexão à rede é a capacidade de se interligar com a rede da concessionária, sincronizando sua frequência (60 Hz, no Brasil) e tensão de saída (CA) com a mesma, e se desconectar da rede quando esta deixa de fornecer energia como, por exemplo, devido a desligamento para reparo ou falha na rede.

Para gerar a onda senoidal pura que seja compatível com a onda de corrente alternada produzida por sua companhia de distribuição, são necessários inversores de onda senoidal. Estes são um pouco mais caros, mas eles são compatíveis com quase todos os equipamentos e aparelhos que pode ser operado com a alimentação da rede. Estes inversores, classificados como multifuncionais, também permitem que você obtenha informações a respeito do excesso de energia. Inversores Grid-tie pode ser usado para manter um banco de bateria back-up cobrado por energia de emergência em caso de falta de energia elétrica.

## 7 Considerações Finais

A proposta do projeto é de um modelo de “SmartGrid” para a FGA, surgiu-se essa ideia a partir da necessidade de reduzir os gastos energéticos da FGA, diminuir as perdas energéticas e aumentar a sustentabilidade para o meio ambiente que o cerca. Serão utilizadas duas fontes alternativas de energia para que elas trabalhem paralelamente para que não falte energia para o Campus e que não dependemos totalmente da energia elétrica que a CEB produz. Após os estudos feitos, concluiu-se que as fontes mais viáveis para esse projeto na FGA serão a fotovoltaica e a biogás. No entanto, a demanda energética será maior que a energia produzida pelas fontes renováveis, logo será necessário a utilização da energia elétrica proveniente da empresa privada.



## Referências

PAULUS, T.; LESTER, J.; DEMPSTER, P. *Digital tools for qualitative research*. [S.l.]: Sage, 2013. Citado na página 9.

RAMOS, D.; BRANDÃO, R.; CASTRO, N. Por que o preço da energia varia entre as distribuidoras? *Rio de Janeiro*, 2012. Citado na página 18.

VARGAS, R. V. *Gerenciamento de Projetos (8ª Edição): Estabelecendo diferenciais competitivos*. [S.l.]: Brasport, 2016. Citado na página 9.