

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

IANO RAMOS VIEIRA

**ANÁLISE DA MIGRAÇÃO DA UFV PARA O MERCADO LIVRE DE
ENERGIA E UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS PARA SUPRIMENTO DA
DEMANDA DE PONTA**

VIÇOSA
2019

IANO RAMOS VIEIRA

**ANÁLISE DA MIGRAÇÃO DA UFV PARA O MERCADO LIVRE DE
ENERGIA E UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS PARA SUPRIMENTO DA
DEMANDA DE PONTA**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário – e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. William Caires Silva Amorim

VIÇOSA
2019

IANO RAMOS VIEIRA

**ANÁLISE DA MIGRAÇÃO DA UFV PARA O MERCADO LIVRE
DE ENERGIA E UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS PARA SUPRIMENTO
DA DEMANDA DE PONTA**

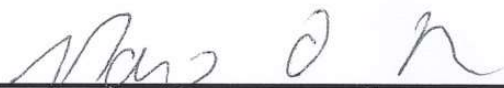
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 402 – Projeto de Engenharia II e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 12 de dezembro de 2019.

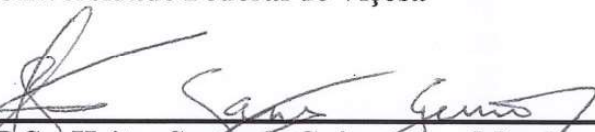
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. William Caires Silva Amorim - Orientador
Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Mauro de Oliveira Prates - Membro
Universidade Federal de Viçosa



B.Sc. Heitor Sampaio Guimarães - Membro
Universidade Federal de Viçosa

“Quem aspira a grandes coisas também deve sofrer em grande medida.

(Marco Licínio Crasso)”

Agradecimentos

Aos meus pais Rosely Maria e Mário Lúcio que sempre me incentivaram a conquistar meus sonhos.

Aos meus avós, que me ensinaram como os estudos eram capazes de enobrecer o homem.

Às minhas irmãs, por sempre me apoiarem e motivarem as minhas escolhas.

Aos meus amigos por todos os momentos vividos e parcerias, que me deram base e estrutura para continuar com o desafio de morar fora.

Ao Heitor, pelos inúmeros ensinamentos e conhecimentos que sempre teve a calma e didática para me passar.

Resumo

A Universidade Federal de Viçosa (UFV) possui um gasto muito elevado com contas de energia todos os meses e, muito disso se deve às ultrapassagens da demanda e do consumo no horário de ponta. Sendo assim, foram realizadas pesquisas a fim de reduzir a demanda no horário de ponta, e, conseqüentemente o valor final da conta. O presente estudo fortaleceu o argumento que as fontes incentivadas de energia além de gerarem benefícios para o meio ambiente, são vantajosas também nos aspectos econômicos. Portanto, foram reunidos dados de suinicultores locais e posteriormente analisadas as capacidades de geração e viabilidade econômica da adoção da geração de energia elétrica a partir do biogás em suas granjas. Dessa forma, foi projetado um cenário hipotético onde a UFV migraria para o mercado livre como consumidor especial, e analisada as implicações econômicas e técnicas resultantes como: economia da Universidade em custos de energia, renda adicional do produtor rural com venda de energia, normas para entrada no setor e adequações técnicas.

Sumário

1	Introdução do Trabalho	11
1.1	Motivação	13
1.2	Objetivos.....	14
2	Revisão Bibliográfica.....	14
2.1	Classificação do consumidor	15
2.2	Modalidades e Bandeiras Tarifárias	15
2.3	Estrutura Tarifária Horo-sazonal azul	17
2.4	Adesão ao CCEE	18
2.4.1	Modalidade de Consumidores	18
2.4.2	Comercialização no CCEE	19
2.5	Tipo de Fornecimento.....	20
2.5.1	Biogás	20
2.5.2	Biofertilizantes	21
3	Materiais e Métodos	22
3.1	Medições de Consumo e Demanda no Campus	23
3.2	Migração para o Mercado Livre de Energia.....	27
3.3	Avaliação Energética dos Suinocultores	28
3.4	Fornecimento no Horário de Ponta.....	30
4	Resultados e Discussões.....	31
5	Conclusões.....	38
	Referências Bibliográficas	40

Lista de Figuras

Figura 1 - Consumo de energia no campus Viçosa de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).....	25
Figura 2 - Demanda de energia no campus Viçosa de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).....	25
Figura 3 – Número de agentes por classe no CCEE (CCEE, 2019).....	27
Figura 4 – Gastos com ultrapassagem da demanda no HP de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).....	32
Figura 5 – Gastos energia reativa de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).....	33
Figura 6 – Capacidade de produção de energia em HP de suinocultores (Autor).....	35
Figura 7 – Comparação do consumo no HP no mês de Novembro/19 em 3 cenários diferentes (Autor).....	36

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tarifas A4 aplicadas pela CEMIG sem impostos (maio/2019).....	24
Tabela 2 – Características energéticas dos suinocultores amostrad.	28
Tabela 3 – Tarifas B2 aplicadas a empreendimentos rurais sem impostos (maio/2019).	29
Tabela 4 – Capacidade de geração em horário de ponta dos suinocultores amostrados.	30
Tabela 5 – Fatura da UFV e valor do kWh real calculado no HP.	31

1 Introdução do Trabalho

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema de coordenação e controle, que realiza a interconexão da geração e transmissão de energia elétrica nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Ele é caracterizado por um sistema de Geração Centralizada (GC), em que são utilizadas grandes fontes geradoras como usinas hidrelétricas, termelétricas e eólicas na produção de energia (ONS, 2019). A geração hidrelétrica desempenha papel fundamental na matriz elétrica brasileira, correspondendo a cerca de 65,2% da produção nacional, seguida pela geração térmica com 25,3% e eólica com 6,8% (BEN, 2018).

A geração por meio de usinas hidrelétricas é considerada renovável e limpa, mas a sua implementação vem se tornando cada vez mais limitada, devido ao alto investimento inicial, e principalmente, às crescentes restrições ambientais (FERREIRA et al, 2018). Recentemente, o Brasil passou por problemas decorrentes da escassez de chuvas e o consequente baixo nível dos reservatórios, o que acabou acarretando em uma redução da geração de energia elétrica pela sua principal fonte, a hidrelétrica. Usinas termelétricas, geralmente localizadas próximas aos grandes centros de carga, desempenham um importante papel estratégico na compensação desse déficit de oferta de energia, pois sua capacidade de geração pode ser ampliada ou reduzida sempre que for conveniente (ONS, 2019).

O grande problema da utilização em larga escala de termelétricas, além do prejuízo ao meio ambiente por conta da queima de combustíveis fósseis e liberação de poluentes na atmosfera, é o alto custo da energia proveniente desse tipo de fonte (FARIA JÚNIOR; TRIGOSO; CAVALCANTI, 2017). Desde o ano de 2015, através da Resolução Normativa Nº 547, de 16 de abril de 2013, as contas de energia elétrica passaram a adotar o sistema de Bandeiras Tarifárias. Ela foi dividida nas modalidades verde, amarela e vermelha, indicando o grau de acréscimo no valor da energia a ser repassado para o consumidor final. Em síntese, os custos envolvidos na geração, transmissão e distribuição da energia elétrica, além dos encargos setoriais, foram acrescidos de taxas que dependem do tipo de usinas utilizadas para a geração de energia, podendo ser maiores ou menores (ANEEL, 2013).

Historicamente, os reajustes da tarifa de energia elétrica têm ocorrido acima da inflação, tornando-se um insumo mais oneroso a cada ano (RUTHER; ZILLES, 2011). Em face desse problema, consumidores estão procurando saídas para o corte de gastos com a energia elétrica, e duas opções aparecem como ótimas alternativas nesse cenário: a geração da própria energia dentro das regulamentações da geração distribuída (acessível aos grupos tarifários A e B), ou adesão ao mercado livre de energia (disponível apenas a consumidores do grupo tarifário A).

A Geração Distribuída (GD) é caracterizada pelo Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), como a geração elétrica produzida nas proximidades do(s) consumidor(es), independentemente da energia, tecnologia e fonte de energia. Foi estabelecida após a publicação da Resolução Normativa nº 482 em 2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e o sistema de compensação de energia elétrica, possibilitando a compensação de energia e geração de créditos, com a injeção na rede de energia ativa que exceda o nível de consumo do usuário (ANEEL, 2012).

Em 2015, houve uma atualização da Resolução Normativa nº 482 por meio da Resolução Normativa nº 687, que classificou a GD conforme a capacidade instalada: a microgeração é constituída por centrais geradoras de potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilizam cogeração qualificada ou fontes renováveis; a minigeração, por centrais que possuam potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas, ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada ou fontes renováveis (ANEEL, 2015).

Nota-se, que as novas regulamentações para GD da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) vieram para estimular a diversificação da matriz elétrica brasileira, principalmente, com a inserção de fontes eólicas, solares, de biogás e biomassa. Criando um modelo alternativo de geração e distribuição para complementar o clássico sistema de Geração Centralizada, diminuindo a oscilação do preço da energia elétrica e estimulando a independência energética de consumidores (LUNA et al, 2019).

Por sua vez, o mercado livre de energia surgiu em 1995, com a Lei 9.074 onde foram regulamentados o Produtor independente de Energia e o conceito de Consumidor Livre. A partir desse momento, passaram a existir dois tipos de consumidores, livres e cativos. Para o primeiro grupo é possível a negociação de preços da energia, enquanto, para os consumidores cativos as tarifas são reguladas pela ANEEL. No ano de 2001 houve uma grave crise hídrica que culminou

em um plano de racionamento de energia elétrica gerando questionamentos sobre a situação do setor elétrico brasileiro. Em 2002 foi criado o Comitê de revitalização do Modelo do Setor elétrico que resultou na alteração do setor elétrico brasileiro durante os anos de 2003 e 2004 (CCEE, 2019).

O novo modelo deu início à criação da EPE (Empresa de Pesquisa Energética), responsável pelo planejamento do setor elétrico, a CMSE (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico) com a função de avaliar permanentemente a segurança do suprimento de energia elétrica e o MAE (Mercado Atacadista de Energia), um ambiente para a realização das transações de compra e venda de energia elétrica, hoje denominada de CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica).

No início, apenas os consumidores com demanda acima de 3MW e atendidos por uma classe de tensão igual ou maior que 69 kV (A3) poderiam torna-se consumidores livres, mas em 21 de dezembro de 2006, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) aprovou a Resolução Normativa nº. 247 que autorizava os consumidores com demanda a partir de 500 kW e pertencente a classe A (A2, A3, A3a, A4 e AS) a ingressarem no Mercado Livre, sendo chamados de consumidores especiais (CCEE, 2019).

A possibilidade de interconexão de muitos produtores independentes de energia na rede de distribuição, e a flexibilização dos contratos de compra e venda através do mercado livre de energia, surge como um novo modelo de negócio para a redução dos gastos com energia elétrica para grandes consumidores. Portanto, esta pesquisa analisou a viabilidade técnica e econômica da adesão da Universidade Federal de Viçosa - UFV à CCEE como consumidor especial, e as implicações de se contratar energia gerada através do biogás para o suprimento da demanda de ponta.

1.1 Motivação

A flexibilização de contratos de compra e venda através do mercado livre de energia possibilitou a interconexão de muitos produtores independentes de energia na rede de distribuição, surgindo um novo modelo de negócio para redução de gastos com energia elétrica para grandes consumidores.

A UFV possui um potencial notável de aderir à CCEE e promover economias para o câmpus. No entanto, a adesão à CCEE não é trivial, necessitando fazer uma revisão das leis atuais que regulamentam a prática e a supervisão do consumo constantemente. Existem muitas regulamentações e classificações dos usuários que tomam um tempo de análise antes de definir o perfil de cada consumidor.

Além disso, seguindo uma tendência do mercado, o presente trabalho compactua com as ideias de incluir fontes incentivadas na matriz energética, mitigando os danos ao meio ambiente e também gerando economia para os cofres públicos, levando em conta que a UFV tem gasto muito com os preços onerosos da energia no horário de ponta, conforme serão melhores comparados nas secções seguintes e, também com ultrapassagens da demanda contratada.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como intuito analisar os passos a serem tomados e as consequências da UFV aderir à CCEE e substituir/mitigar a demanda do horário de ponta por energia proveniente de biogás, a partir de dados de suinocultores locais.

Dado o objetivo geral, têm-se como objetivos específicos:

- Traçar o perfil de consumidor da UFV;
- Levantamento da geração de suinocultores da região;
- Análise do suprimento da demanda de ponta na UFV;
- Estudo da viabilidade econômica do projeto na UFV.

2 Revisão Bibliográfica

Esta seção aborda os principais conceitos relacionados ao tipo de fornecimento, modalidade tarifárias além da adesão e comercialização no CCEE. Essas informações são de suma importância para que seja possível definir o perfil de consumidor da UFV.

2.1 Classificação do consumidor

Os consumidores tipo A são subdivididos nos subgrupos a seguir (ANEEL, 2000):

- Subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV.
- Subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV.
- Subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69 kV.
- Subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV.
- Subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV.
- Subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

2.2 Modalidades e Bandeiras Tarifárias

Devido a impossibilidade de armazenamento de energia elétrica gerada em corrente alternada, torna-se necessário que o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), faça a constante coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), seguindo a curva de carga diária da energia elétrica no país.

Para não sobrecarregar o SIN e conseqüentemente propor um novo comportamento de consumo para os usuários, existem as chamadas modalidades tarifárias. Essas, por sua vez, visam criar uma estrutura com a aplicação de preços distintos de acordo com o horário e o período do ano, proporcionando um melhor aproveitamento da capacidade instalada e instigando o consumidor a economizar.

Com isso, essa inconstância na geração e distribuição possui um consumo concentrado durante o horário de ponta da concessionária, onde acontece sobrecarregamento do sistema pela demanda nacional gerando um custo tarifário elevado. Então, para que o consumidor não seja lesado e pague de forma justa pelo seu consumo, foi desenvolvido um mecanismo de diferenciação no preço da tarifa. Sobretudo, fica evidente que o modelo de tarifação adotado é

de suma importância para que o modelo tarifário seja adequado ao consumidor de acordo com o seu perfil de consumo.

De acordo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as modalidades tarifas vigentes hoje são:

- Azul: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia;
- Verde: modalidade tarifária horária verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência;
- Convencional Binômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo A caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia. Esta modalidade será extinta a partir da revisão tarifária da distribuidora;
- Convencional Monômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia; e
- Branca: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto para o subgrupo B4 e para as subclasses Baixa Renda do subgrupo B1, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (ANEEL, 2019).

A tarifa horo-sazonal existe para a cobrança diferenciada de tarifas de consumo de energia elétrica conforme o horário do dia, fracionando o dia como horário de ponta e fora de ponta, assim, como nos períodos úmidos e secos do ano. O horário de ponta corresponde ao período composto por 3 (três) horas diárias consecutivas definidas pela ANEEL, considerando a curva de carga da concessionária (ANEEL, 2000).

Em Minas Gerais, na concessionária CEMIG, o horário de ponta é definido entre as 17h até as 20h. Com isso, para os horários fora de ponta temos as demais horas do dia, e também aos sábados, domingos, e feriados nacionais (CEMIG,2019).

Segundo a ANEEL, os períodos sazonais são definidos como:

- período úmido: intervalo de cinco meses consecutivos, quando existe maior incidência de chuva;
- período seco: intervalo de sete meses consecutivos, quando existe menor abundância de chuva.

Como é conhecido, a situação do Brasil de ser altamente dependente de usinas hidrelétricas para a sua geração de energia elétrica, acaba gerando uma diferenciação de tarifas entre esses períodos. O período seco correspondente às tarifas mais caras por conta de os reservatórios estarem com níveis abaixo do esperado por conta da escassez de chuvas. Já o período úmido, este é caracterizado pelas tarifas mais baixas devido a abundância das chuvas e os reservatórios com níveis altos. É importante frisar que a bandeira tarifária vigente é relativa ao mês civil e não ao período de faturamento.

2.3 Estrutura Tarifária Horo-sazonal azul

Para a modalidade horo-sazonal azul, há dois valores de demanda, um para o período de ponta e outro para o período de fora de ponta. Caso haja realização de consumo no horário de ponta, uma tarifa elevada de transporte e de energia, no caso do consumidor cativo, será aplicada.

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual são pautas do contrato tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta). Contudo, apesar de não ser explícito, a Resolução 456 permite que sejam contratados valores diferentes para o período seco e para o período úmido. Portanto, a fatura de energia elétrica desses consumidores é composta pela soma de parcelas referentes ao consumo, demanda e também ultrapassagem, caso aconteça em algum momento. Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta (PROCEL, 2011).

O valor da tarifa de consumo no horário de ponta é significativamente maior que o valor da tarifa fora do horário de ponta, fazendo com que este modelo seja atrativo quando é controlado o consumo durante este horário. As tarifas de ultrapassagem são diferenciadas por horário, sendo mais caras nas horas de ponta (ANEEL, 2000).

Além disso, pela Portaria DNAEE 33/88, era exigido que as demandas contratadas para o período úmido não fossem inferiores às do período seco e a demanda contratada para fora de ponta não fosse inferior à contratada para a ponta. Como essa Portaria foi revogada, a exigência não mais se sustenta.

O presente estudo abordará somente a tarifa na qual se enquadra o Campus UFV de Viçosa, não sendo necessário comparações ou estudos complementares de outros modelos tarifários, como horo-sazonal verde ou convencional.

2.4 Adesão ao CCEE

No ambiente de livre negociação, o consumidor pode firmar acordos livremente com o seu fornecedor especificando o período, a quantidade e o preço da energia a ser contratada. No entanto, no mercado cativo os consumidores ficam submetidos às tarifas de energia reguladas pelo governo, diferentemente do Mercado livre, onde é possível fazer contratos distintos com diversos fornecedores. O grande desafio para a participação desse tipo de mercado é a necessidade de uma gestão especializada e adequada, pois o consumidor pode contratar mais ou menos energia do que foi utilizado causando penalidades.

2.4.1 Modalidade de Consumidores

Os tipos de consumidores existentes são:

- Consumidores cativos;
- Consumidores Potencialmente Livres;
- Consumidores Livres;
- Consumidores Especiais.

Os consumidores cativos englobam os clientes que compram energia elétrica exclusivamente da concessionária ou distribuidora que atua em sua região. Este, por sua vez, não tem o direito de negociação do valor de energia.

Portanto, uma modalidade alternativa é a dos consumidores potencialmente livres. O § 2º nº art. 1º do Decreto nº 5.163 define o consumidor potencialmente livre como sendo todo

aquele que, a despeito de cumprir as condições previstas de migração para o ambiente livre, é atendido de forma regulada. Desta forma, o consumidor potencialmente livre se encaixa como todo cliente que pode tornar-se consumidor livre ou especial, mas é atendido de forma regulada.

Para os consumidores livres instalados antes de 8/7/1995, é necessária a tensão mínima de 69 kV e demanda contratada de no mínimo 3 MW. Já os consumidores mais atuais, onde sua instalação ocorreu após 8/7/1995, apenas a demanda de 3 MW é o suficiente, independente da tensão. Nesta modalidade, caso o consumidor não queira migrar por completo para o ambiente livre, ele tem essa opção, se enquadrando na subcategoria consumidor parcialmente livre, adotando os mesmos pré-requisitos de demanda do consumidor livre.

Em Dezembro de 2006, objetivando ampliar o ambiente de comercialização livre, a resolução normativa nº 247, permitiu a venda de energia dos chamados geradores incentivados para uma parcela dos consumidores livres chamada de consumidores especiais. Os consumidores especiais se caracterizam pela necessidade uma demanda contratada mínima de 500 kW, independente da tensão que for utilizada. Para que isso ocorra, é necessário que os consumidores contratem apenas energia de fontes incentivadas, por exemplo, energia de origem de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), solar, eólica ou biomassa.

Além disso, para os geradores incentivados existem algumas regras para comercialização de energia com os consumidores especiais. Para agentes geradores com base hidráulica, estes devem possuir potência superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Outras exigências são destinadas a empreendimentos de geração com base em fontes: solar, eólica e biomassa cuja a potência injetada na linha de transmissão ou distribuição seja menor que 30 MW (ANEEL, 2006).

2.4.2 Comercialização no CCEE

Quando feita a opção de migrar para o ambiente livre o consumidor possui algumas opções de formas de atuação nesse ambiente: varejista, especializada e direta. No caso em que é escolhido a opção varejista, os consumidores são representados, não necessitando de tornarem-se agentes da CCEE. Sendo assim, a responsabilidade do varejista cumprir é todas tarefas necessárias, por exemplo: adesão, contabilização, penalidade, liquidação financeira e etc (CCEE 2019).

Na opção em que é feita uma consultoria especializada, o consumidor pode recorrer ao auxílio para a realização da migração para o ambiente livre, dispensando o consumidor de

tornar-se um agente da CCEE e das responsabilidades consequentes. Além dessa opção, existe o caso em que o consumidor se integra no ambiente livre de forma direta, tornando-se um agente da CCEE e atuando diretamente nas suas operações e responsabilidades perante a mesma (CCEE 2019).

2.5 Tipo de Fornecimento

No Brasil, a atividade agropecuária representa cerca de 21% do Produto Interno Bruto nacional (CEPEA, 2015) e traz consigo benefícios como a geração de empregos e alimentos (IPEA, 2012). Porém, é um setor que traz impactos negativos ao meio ambiente, como a geração de resíduos e emissões de GEEs para a atmosfera (IPEA, 2012). Por exemplo, em 2014 a agropecuária foi responsável por cerca de 34% das emissões de CO² no cenário nacional, ocupando a segunda posição no ranking que classifica os maiores setores que o emitem (MCTI, 2016).

Uma alternativa interessante para gerar energia é o biogás, que goza do reaproveitamento da biomassa gerado por resíduos agrícolas, tanto de origem vegetal quanto animal. O biogás é produzido a partir de interações enzimáticas e microbianas sobre materiais orgânicos na ausência de oxigênio (digestão anaeróbica) (SCANO et al., 2013). A investigação contínua a respeito da otimização de métodos e do uso de esterco animal para a produção de biogás podem ser usadas para o aumento da produção e maior aplicação da tecnologia (NASIR, 2012).

Dessa forma, o reaproveitamento da biomassa proveniente dos resíduos da agricultura e agroindústria para a produção de biogás, além de dar utilidade para algo que antes era descartado, também é fundamental para reduzir a dependência de fertilizantes químicos importados, devido a tecnologia do biogás poder gerar como coproduto fertilizantes organominerais (RAO, 2007; KOMINKO et al., 2017), como também viabilizar a sustentabilidade do crescimento da produção agrícola (IPEA, 2012).

2.5.1 Biogás

Segundo dados do USDA (United States Department of Agriculture), ou, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o Brasil é o quarto maior produtor mundial de carne suína com uma produção nacional na escala de 3,3 milhões de toneladas equivalente-carcaça em

2013. Uma elevação na produção de dejetos e efluentes é causada pela grande atividade agrícola no Brasil, refletindo em problemas de ordem sanitária por conta da contaminação da água e do solo e pela grande quantidade de organismos patogênicos encontrados nestes (AVACI, A. B. et al, 2013).

Os resíduos da biomassa são considerados fonte de energia disponível embora possam causar uma grave degradação ambiental. A recuperação do biogás é feita através da digestão anaeróbia e é vista como forma ideal de tratamento de resíduos da biomassa. Diferentes tipos de resíduos têm potencial de produção de biogás, sendo eles: dejetos de bovinos, de suínos, lodo de esgoto, resíduos de frutas e vegetais, entre outros (QIAO et al., 2011). Para o aproveitamento dos resíduos suínos, é necessário o tratamento dos mesmos antes da aplicação no solo. A biodigestão anaeróbia pode ser utilizada como tratamento, reduzindo o poder de poluição e gerando subprodutos como o biogás e o biofertilizante (ALVAREZ & GUNNAR, 2008). Além disso, outra vantagem no aproveitamento do biogás é o fato do metano ser um gás que contribui para o efeito estufa mais intensamente que o dióxido de carbono, ou seja, sua queima para a geração de energia contribui de forma direta à redução de emissões.

O produto energético gerado através da biomassa de suinocultores vem se fortalecendo no mercado e tornando-se uma fonte de energia renovável viável. Além da produção energética disponível para atender as necessidades dos produtores, a bioenergia contribui com o meio ambiente, mitigando os danos se comparados com outras formas de produção não incentivadas. Apesar disto, existem aspectos desta produção que devem ser analisados cuidadosamente, por exemplo, a questão financeira da produção. A possibilidade de compensação do gasto de energia da propriedade, até mesmo a venda de excedentes de energia pode se tornar uma fonte extra de renda, principalmente, na amortização do investimento inicial, dos custos de manutenção e melhora no tempo de retorno do investimento.

2.5.2 Biofertilizantes

O biofertilizante é o produto da fermentação anaeróbia da biomassa (dejetos suínos) em um biodigestor e pode ser utilizado como adubo químico para plantações e pastagem, reduzindo assim, os gastos com fertilizantes. Estes, por sua vez, melhoram a saúde das plantas, deixando-as mais resistentes ao ataque de pragas e doenças.

Algumas vantagens e benefícios do uso do biofertilizante para o produtor rural, são listadas abaixo (STUCHI, 2011):

-
- Permite a produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ao meio ambiente.
 - Fortalece as plantas e garante maior resistência ao ataque de pragas e doenças.
 - Melhora a produtividade das culturas.
 - Apresenta menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos.
 - É rico em nitrogênio e outros nutrientes (fósforo, potássio, cálcio, etc.) indispensáveis ao solo.
 - Melhora a fertilidade do solo por adição de nutrientes.
 - Re-utiliza matéria-prima da propriedade.
 - Pode se tornar uma fonte alternativa de renda.

3 Materiais e Métodos

A adesão ao mercado livre de energia, mais especificamente à CCEE, será avaliada conforme as características necessárias para o fornecimento da UFV que foram abordadas anteriormente e serão discutidas nesta seção. Além disso, foi realizada uma discussão em cima da legislação que regulamenta a adesão a CCEE como também suas responsabilidades com o SIN.

Para a produção de energia através do biogás, foram analisadas as características de geração de resíduos e de 22 suinocultores do estado de Minas Gerais onde a CEMIG também atua. Esses dados foram fornecidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, onde, foram analisados e fornecidos o potencial de geração de energia dos suinocultores e a capacidade de fornecerem energia para a universidade durante o horário de ponta.

A escolha do biogás foi realizada devido ao fato da região de Viçosa ser conhecida por uma alta concentração de suinocultores e também pela vantagem do armazenamento da matéria prima, o que garante o uso da potência completa do gerador no horário de interesse. Além disso, a produção de energia através do biogás é muito vantajosa para o produtor rural, pois o auxilia

a eliminar os seus resíduos de maneira eficiente e lucrativa, contribuindo também com o meio ambiente e produzindo como subproduto do processo o biofertilizante, substituindo os fertilizantes químicos comumente usados.

Também buscou-se avaliar o preço ótimo do kWh, estimado através do valor que o produtor paga hoje e considerando uma margem de lucro que garanta um bom negócio para a UFV também. Com isso, foram criados cenários hipotéticos e observado o quanto seria possível economizar na conta de luz com a adesão da UFV a CCEE e a compra da energia no horário de ponta dos produtores de biogás.

O desenvolvimento deste estudo foi realizado seguindo as seguintes etapas:

- Análise de consumo e demanda do campus;
- Migração para o Mercado Livre de Energia;
- Avaliação energética dos suinocultores;
- Fornecimento no horário de ponta.

3.1 Medições de Consumo e Demanda no Campus

O campus Viçosa da UFV é um consumidor cativo e enquadrado na classe Poder Público Federal, com nível de tensão de fornecimento A4 em 13,8 kV, e tarifa horo-sazonal azul. Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, onde são estabelecidos valores para a demanda contratada no horário de ponta (HP) e no horário fora de ponta (HFP). As tarifas são reguladas pela ANEEL, sendo a cobrança realizada de acordo com a demanda (kW) e a energia consumida (kWh) em cada horário. Eventualmente, podem ser cobradas bandeiras tarifárias (verde, amarela, vermelha), que adicionam taxas no custo da energia e que variam conforme a incidência de chuvas (período seco e úmido), além de multas por ultrapassagem da demanda contratada. O HP considerado pela CEMIG é de três horas consecutivas (estabelecido por lei) e compreende o período de 17h às 20h.

Tomando como base os valores das tarifas (sem impostos) aplicadas pela CEMIG, como podem ser observadas na Tabela 1. A relação entre o valor do consumo em HP e HFP para as bandeiras verde, amarela, vermelha 1 e vermelha 2, são respectivamente 49,79%, 47,78%, 44,77% e 42,62%. Para a demanda e ultrapassagem a diferença é de 214,33%.

Os valores calculados representam a preocupação dos grandes consumidores, como a UFV, em reduzir a utilização de energia no HP, justificando soluções alternativas para a redução de gastos com energia.

Tabela 1 – Tarifas A4 aplicadas pela CEMIG sem impostos (maio/2019).

A4	Demanda RS/kW	Consumo R\$/kWh			
		Bandeira			
		Verde	Amarela	Vermelha 1	Vermelha 2
Demanda HP	43,85				
Demanda HFP	13,95				
Demanda Ultrapassagem HP	87,70				
Demanda Ultrapassagem HFP	27,90				
Consumo HP - Período Seco		0,53425	0,54925	0,57425	0,59425
Consumo HP - Período Úmido		0,53425	0,54925	0,57425	0,59425
Consumo HFP - Período Seco		0,35666	0,37166	0,39666	0,41666
Consumo HFP - Período Úmido		0,35666	0,37166	0,39666	0,41666

O HP se diferencia do HFP devido ao alto consumo e, conseqüentemente, a sobrecarga do sistema de geração, transmissão e distribuição durante certo horário do dia estabelecido previamente pela concessionária. Este período pode variar de acordo com a localidade, sendo pré-estabelecido pela concessionária previamente no contrato. Isso acontece devido aos altos custos de operação durante esse horário, o que obriga a concessionária repassar os custos para o consumidor.

Para traçar o perfil de consumo da UFV, foram analisadas as faturas das contas de energia durante o período de outubro/2018 a julho/2019, fornecidos pela Pró Reitoria de Administração (PAD), conforme mostram as Figuras 1 e 2.

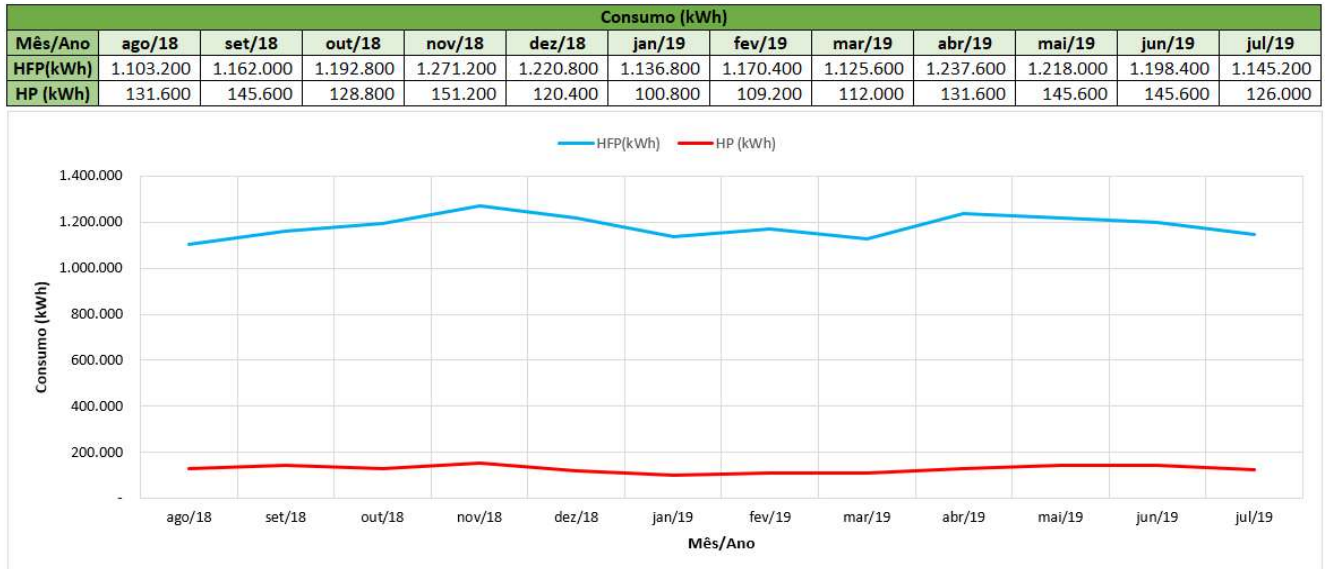


Figura 1 – Consumo de energia no campus Viçosa de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).

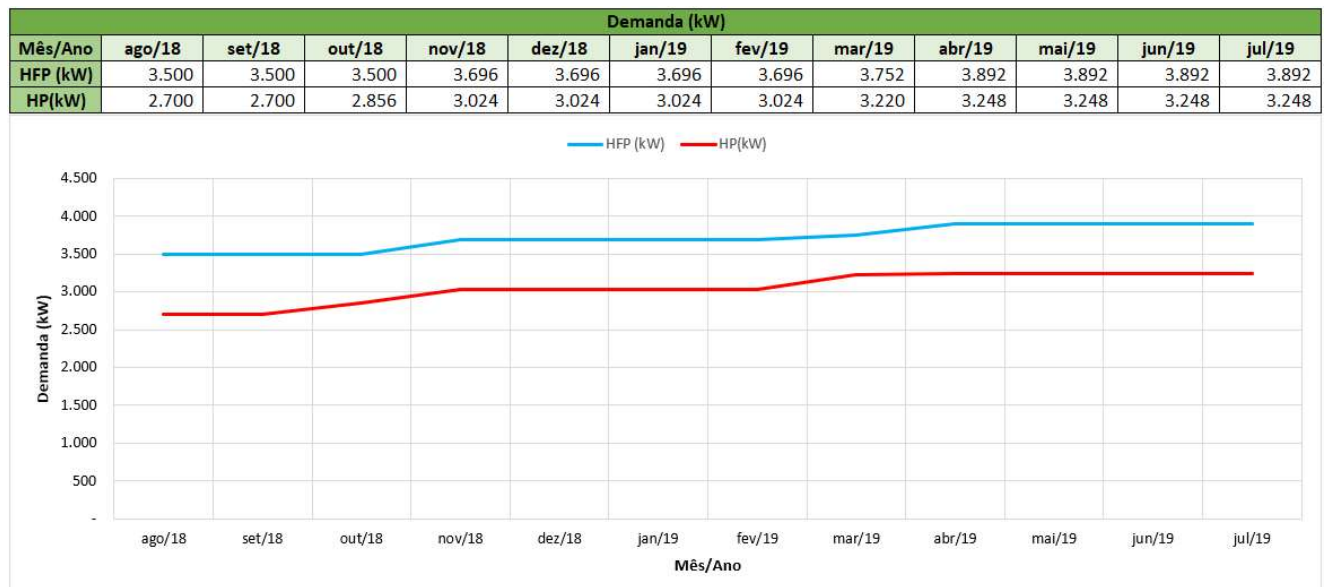


Figura 2 – Demanda de energia no campus Viçosa de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).

Utilizando os valores das tarifas referente ao mês de novembro de 2019, fornecidas também pela PAD, a partir das equações (1) e (2) é possível obter através do cálculo o valor global gasto por kWh no HP e HFP.

$$T_{HP}(R\$) = \frac{(D_{HP}(R\$) + U_{HP}(R\$) + C_{HP}(R\$) + C_{RHP}(R\$))}{C_{HP}(kWh)} \quad (1)$$

Onde:

T_{HP} – Valor da Tarifa no HP pago pela UFV em R\$/kWh;

D_{HP} – Valor da Demanda no HP em R\$;

U_{HP} – Valor da Ultrapassagem no HP em R\$;

C_{HP} – Valor do Consumo no HP em R\$ e kWh.

C_{RHP} – Valor do Consumo reativo no HP em R\$.

$$T_{HFP}(R\$) = \frac{(D_{HFP}(R\$) + U_{HFP}(R\$) + C_{HFP}(R\$) + D_{RHFP}(R\$) + C_{RHFP}(R\$))}{C_{HFP}(kWh)} \quad (2)$$

Onde:

T_{HFP} – Valor da Tarifa no HFP pago pela UFV em R\$/kWh;

D_{HFP} – Valor da Demanda no HFP em R\$;

U_{HFP} – Valor da Ultrapassagem no HFP em R\$;

C_{HFP} – Valor do Consumo no HFP em R\$ e kWh.

D_{RHFP} – Valor da Demanda reativa no HFP em R\$;

C_{RHFP} – Valor do Consumo reativo no HFP em R\$.

3.2 Migração para o Mercado Livre de Energia

A migração da UFV para o mercado livre de energia é um grande passo que a universidade estaria dando em relação a limpeza da sua matriz energética, seguida juntamente de uma economia substancial para os cofres públicos. Nesse ambiente o consumidor pode negociar livremente o seu fornecedor, o período, a quantidade e o preço da energia contratada. Já no mercado cativo os consumidores ficam submetidos às tarifas de energia reguladas pelo governo no mercado livre é possível efetuar vários contratos, com diversos fornecedores, ficando a cargo do consumidor contratar toda a energia que consumiu em determinado mês. O grande desafio para a participação desse tipo de mercado é a necessidade de uma gestão especializada e adequada, pois o consumidor pode contratar mais ou menos energia do que foi utilizado causando penalidades e gastos desnecessários, ou ainda deixar para contratar energia na última hora, pagando então preços mais elevados do que no mercado cativo. Na Figura 3 é possível observar o crescimento desse mercado (CCEE, 2019).

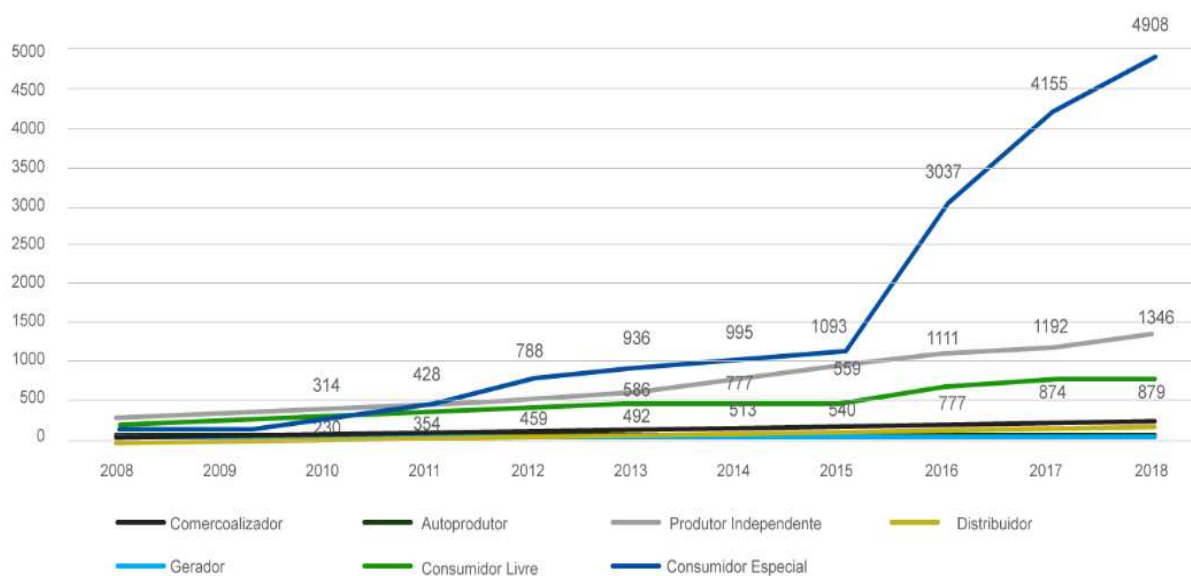


Figura 3 – Número de agentes por classe no CCEE (CCEE, 2019).

Para a Universidade pleitear a adesão à CCEE, ela deve cumprir as condições previstas nas normas vigentes para os consumidores livres ou especiais:

- Consumidores livres: os consumidores instalados antes de 8/7/1995, é necessária a tensão mínima de 69 kV e demanda contratada de no mínimo 3 MW. Já os consumidores mais atuais, onde sua instalação ocorreu após 8/7/1995, apenas a demanda acima de 3 MW é o suficiente, independente da tensão.

- Consumidores especiais: são caracterizados pela necessidade de uma demanda contratada mínima de 500 kW, independente da tensão que for utilizada. Para que isso ocorra, é necessário que os consumidores contratem apenas energia de fontes incentivadas, por exemplo, energia de origem de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), solar, eólica ou biomassa.

3.3 Avaliação Energética dos Suinocultores

Em um levantamento realizado no estado de Minas Gerais nas proximidades de Viçosa, foram coletados e analisados dados de 22 suinocultores de diferentes portes e municípios acerca do número de animais, produção diária de biogás, capacidade de geração de energia, consumo de energia e a possibilidade de autossuficiência (Tabela 2). Nota-se que a grande maioria dos empreendimentos produzem excedentes de energia que podem ser comercializados com outros consumidores próximos ou até mesmo no mercado livre de energia. Muitas vezes esse excedente é comercializado até com algum vizinho, porém, a UFV teria a possibilidade de pagar um valor mais atrativo por este excedente.

Tabela 2 – Características energéticas dos suinocultores amostrados.

Propriedade	Nº de animais	Produção Diária de Biogás (m³)	Geração de energia elétrica (kWh/mês)	Consumo máximo registrado (kWh/mês)	Excedente (kWh/mês)
Suinocultor 1	11.243	1.527	65.067	42.092	22.975
Suinocultor 2	10.374	1.409	60.037	31.920	28.117
Suinocultor 3	10.400	1.412	60.188	35.547	24.641
Suinocultor 4	12.740	1.730	73.741	42.120	31.621
Suinocultor 5	8.060	1.094	46.645	24.800	21.845
Suinocultor 6	7.800	1.059	45.138	30.257	14.881
Suinocultor 7	16.900	2.295	97.806	117.666	-19.860
Suinocultor 8	2.730	380	16.209	41.808	-25.599
Suinocultor 9	6.250	849	36.171	44.054	-7.883
Suinocultor 10	44.200	6.004	255.801	71.920	183.881
Suinocultor 11	3.900	529	22.570	39.224	-16.654
Suinocultor 12	32.604	4.429	188.690	115.319	73.371
Suinocultor 13	7.800	1.059	45.141	26.635	18.506
Suinocultor 14	67.600	9.183	391.255	283.150	108.105
Suinocultor 15	6.500	883	37.617	21.960	15.657
Suinocultor 16	7.800	1.059	45.141	24.000	21.141
Suinocultor 17	28.600	3.885	165.518	77.102	88.416
Suinocultor 18	1.000	744	31.694	6.226	25.468
Suinocultor 19	5.350	3.980	169.565	79.102	90.463
Suinocultor 20	2.200	580	24.742	2.317	22.425
Suinocultor 21	3.000	792	33.739	12.289	21.450
Suinocultor 22	5.000	1.320	56.232	20.307	35.925

Os suinocultores, em quase a sua totalidade, adotam a modalidade B2 tarifa rural convencional, na qual é cobrada apenas a tarifa de consumo de energia, e há aplicações de bandeiras tarifárias (Tabela 3). O custo do kWh desse fornecimento é maior do que o custo do HFP da categoria A4, entretanto, menor do que o custo do HP.

Tabela 3 – Tarifas B2 aplicadas a empreendimentos rurais sem impostos (maio/2019).

B2	Consumo R\$/kWh			
	Bandeira			
	Verde	Amarela	Vermelha 1	Vermelha 2
Consumo	0,47753	0,49253	0,51753	0,53753

Diferentemente de outros tipos de geração de energia, o biogás conta com um importante diferencial que é a possibilidade de armazenamento da matéria prima, e consequente utilização para geração em horários mais nobres de demanda, como no HP. Esse fator estratégico faz com que o interesse sobre esse tipo de energia cresça bastante, tornando-se uma fonte de renda adicional para o suinocultor e uma possibilidade de corte de gastos para grandes consumidores.

Para que os suinocultores possam aderir ao mercado livre de energia, uma autorização de comercialização deve ser obtida junto à ANEEL conforme o disposto na Lei 9.074, de 1996 (Art. 11 e 12), ficando a cargo do produtor a escolha de venda parcial ou total da energia produzida, por sua conta e risco. Tornando-se, assim, um produtor independente de energia. Casos como o dos suinocultores 5, 10, 14 e 19 onde a produção de energia é mais do que o dobro do consumo, são exemplos claros de possibilidade de comercialização de energia e a criação de um novo modelo de negócio mais vantajoso do que a simples compensação de energia na rede, uma vez que os créditos injetados dificilmente serão totalmente utilizados.

3.4 Fornecimento no Horário de Ponta

Para o fornecimento de energia em HP, todos os suinocultores deverão passar por ajustes de modo que a geração de energia seja máxima e exclusiva durante o período de três horas que é compreendido de 17:00 às 20:00 conforme estabelecido pela CEMIG. Entretanto, para não haver erros nos aparelhos de medição da concessionária, o início/maximização da geração deve ser iniciada 15 minutos antes do início do HP e cessar/reduzir 15 minutos após o fim do HP.

Analisando a capacidade de geração diária de energia de todas as 22 propriedades agrícolas, é possível constatar que todas conseguem produzir energia durante as 3 horas de HP. Assim, para efeitos de cálculo da energia gerada nesse período, considerou-se que o gerador de cada propriedade estivesse operando à plena carga e com fator de potência de 0,8. Então, gerou-se a Tabela 4.

Tabela 4 – Capacidade de geração em horário de ponta dos suinocultores amostrados.

Propriedade	Demanda do gerador (kW)	Capacidade de Geração no HP (kW)
Suinocultor 1	92,0	276,0
Suinocultor 2	96,0	288,0
Suinocultor 3	96,0	288,0
Suinocultor 4	97,6	292,8
Suinocultor 5	104,0	312,0
Suinocultor 6	64,0	192,0
Suinocultor 7	200,0	600,0
Suinocultor 8	24,0	72,0
Suinocultor 9	120,0	360,0
Suinocultor 10	360,0	1.080,0
Suinocultor 11	48,0	144,0
Suinocultor 12	264,0	792,0
Suinocultor 13	64,0	192,0
Suinocultor 14	544,0	1.632,0
Suinocultor 15	64,0	192,0
Suinocultor 16	64,0	192,0
Suinocultor 17	204,0	612,0
Suinocultor 18	64,0	192,0
Suinocultor 19	320,0	960,0
Suinocultor 20	44,0	132,0
Suinocultor 21	120,0	360,0
Suinocultor 22	80,0	240,0

Considerando a realização do contrato de compra e venda de energia entre UFV e suinocultores, estimou-se a faixa de preço para o custo do kWh para que o negócio seja benéfico às partes, bem como o valor de demanda e energia a serem supridos pelos suinocultores.

4 Resultados e Discussões

Os dados obtidos na seção anterior foram aplicados em estimativas do potencial de faturamento das plantas e da produção de energia elétrica a partir do biogás, visando atender as necessidades da UFV durante o horário de pico da concessionária. Portanto, os dados coletados foram utilizados para avaliar as plantas de produção de biogás com capacidades variadas, contando com cerca de 300.000 animais distribuídos entre as 22 propriedades amostradas.

De acordo com as Figuras 1 e 2, o consumo médio observado durante o HFP foi de aproximadamente 1.181.833 kWh, e, durante o HP foi de 129.033 kWh (Figura 1). No entanto, a demanda contratada é de 3.500 kW no HFP e 2.800 kW no HP, sendo que em dez meses houve ultrapassagem no HP gerando multas à Universidade (Figura 2). Esse descontrole quanto à demanda contratada exibe uma falta de regulação do consumo e a necessidade de revisão do contrato de fornecimento junto à CEMIG, ou implementação de geração própria para compensação desses excedentes de energia.

Conforme as contas de energia da UFV disponibilizadas pela PAD e a equação (1), foi possível obter os dados apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 – Fatura da UFV e valor do kWh global calculado no HP.

Mês	Demanda Ativa HP (R\$)	Demanda Ultrapassada HP (R\$)	Energia Reativa HP (R\$)	Energia Ativa HP (R\$)	Energia Ativa HP (KWh)	Valor Calculado (R\$/kWh)
08/2018	140.637,56		882,73	81.664,42	131.600	1,695
09/2018	132.839,99		833,79	85.342,60	145.600	1,504
10/2018	138.226,76	15.100,39		74.265,87	128.800	1,778
11/2018	151.593,66	32.484,32	849,55	89.920,19	151.200	1,817
12/2018	155.773,24	33.349,94	872,97	68.220,78	120.400	2,144
01/2019	154.461,54	33.098,89	865,62	55.525,44	100.800	2,420
02/2019	157.033,78	33.650,09	1.760,09	61.154,28	109.200	2,322
03/2019	158.600,21	51.224,90	1.669,45	59.492,04	112.000	2,419
04/2019	160.068,37	54.013,21	835,18	69.942,05	131.600	2,164
05/2019	159.270,66	53.774,01	831,02	77.059,06	145.600	1,998
06/2019	157.877,05	53.273,74		79.476,69	145.600	1,996
07/2019	162.570,53	54.857,53	5.404,06	76.909,06	126.000	2,378

Dada a Tabela 5, calculando o valor médio do kWh durante o ano, obteve-se R\$ 2,05. Aplicando a Equação (2) em um mês qualquer apenas para se obter um valor base de comparação, temos que o custo da energia no HFP é cerca de R\$ 0,474 kWh. Com isso, pode-se observar que o consumo de 1kWh no HP é três vezes mais caro do que o mesmo kWh no HFP, sendo que o HP representa apenas apenas 66 horas do mês.

Conforme é possível observar na Tabela 5 e na Figura 4, em 10 meses dos 12 analisados houve ultrapassagem da demanda no HP.

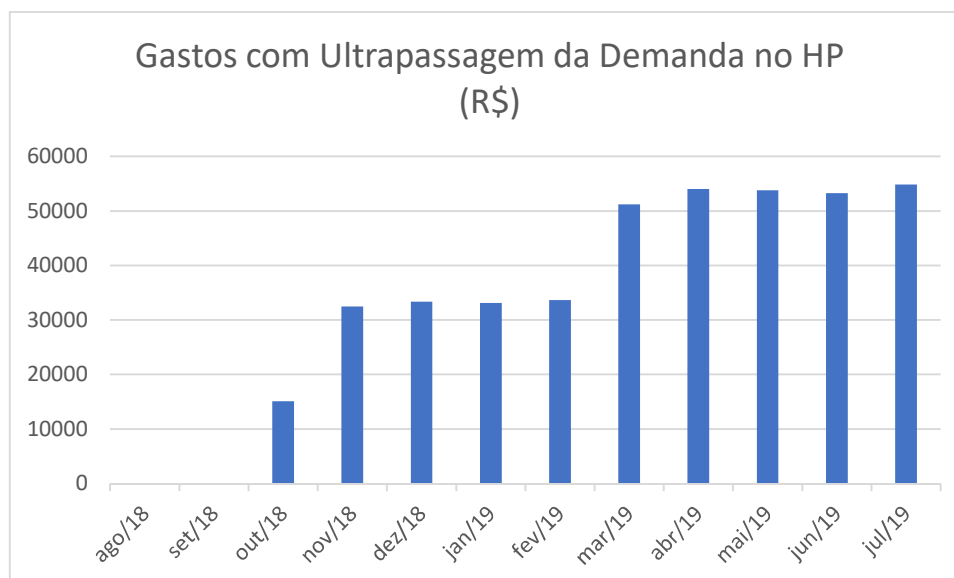


Figura 4 – Gastos com ultrapassagem da demanda no HP de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).

A solução mais óbvia para a problema das ultrapassagens, seria a contratação de uma demanda maior durante o HP, o que poderia extinguir ou mitigar os gastos com multas. No entanto, a concessionária local alega não possuir disponibilidade de energia para alterar o contrato atual, o que força a universidade a procurar por soluções energéticas diferentes. A partir da Figura 4, pode-se concluir também que as ultrapassagens variam de acordo com a época do ano. Os períodos de pouca ou nenhuma ultrapassagem são justificados pelas férias escolares, por sua vez, as maiores ultrapassagens estão ligadas ao período de aula, onde há uma maior utilização das instalações do campus, e conseqüentemente, de aparelhos condicionadores de ar, elevando muito a demanda exigida.

Além disso, foi constatado também a partir da Tabela 5, multas por não respeitar o fator de potência mínimo em 10 dos 12 meses de análise, totalizando R\$ 14.804,46 no ano de gastos que poderiam ser eliminados com uma correção do fator de potência adequada. Conforme mostra a Figura 5, o valor gasto por causa de energia reativa varia de acordo com os meses, exigindo uma análise mais refinada em estudos posteriores sobre como mitigar estes gastos.

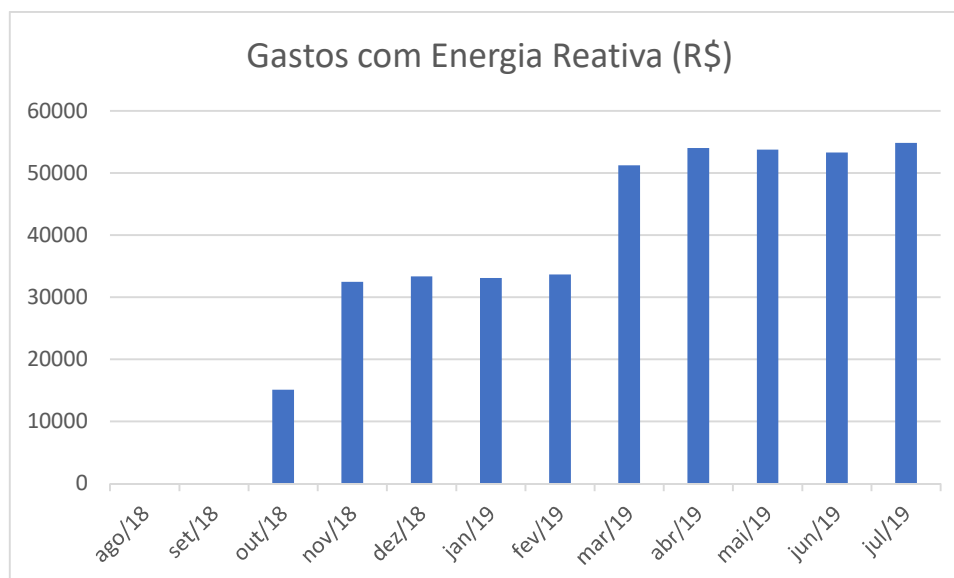


Figura 5 – Gastos energia reativa de agosto/2018 a julho/2019 (Autor).

Avaliando as duas opções disponíveis, a possibilidade de adesão como consumidor livre não se justifica, pois, grandes intervenções serão necessárias no sistema de fornecimento da UFV para adequação ao atendimento em 69kV, visto que o fornecimento atualmente é feito em 13,8kV e a instalação é de antes de 1995. Entretanto, a adesão como consumidor especial é exequível, uma vez que necessita apenas de uma readequação da demanda contratada para um valor abaixo de 3 MW.

Ao Consumidor Especial que optar pela contratação de energia elétrica referente a fontes incentivadas, é assegurado o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição, mediante pagamento dos encargos de uso e conexão, conforme a regulamentação específica. Este ponto será tratado de maneira subjetiva no trabalho, devido variar de acordo com a distância entre os locais e a concessionária, portanto durante as análises seguintes não foram considerados custos adicionais com a transmissão.

Recentemente a UFV aprovou um projeto da instalação de um grupo motogerador (GMG) a diesel de 2,1 MW para o controle de ultrapassagem de demanda e backup de energia em casos de faltas. O projeto se encontra em fase de implementação, restando apenas a alocação dos equipamentos e a coordenação com o sistema de fornecimento do campus. Nesse caso, o GMG poderia ser acionado de forma estratégica sempre que fosse necessário para suprir as demandas de fornecimento trazendo a confiabilidade que o sistema exige. Sobretudo, apesar de eficiente na solução do problema, este por sua vez tem o custo de operação elevado e também

agride o meio ambiente por conta de utilizar combustíveis fósseis, sendo assim, se tornando uma opção apenas em caso de extrema necessidade.

Portanto, deve-se fazer os cálculos da demanda a ser contratada minuciosamente, considerando também que possam haver falhas na geração do biogás, ocasionando em multas e/ou faltas. Com isso, mesmo que se opte por extinguir a demanda contratada no HP da concessionária, é aconselhável manter um valor de demanda contratada com a concessionária também. Em resumo, o fornecimento de energia do campus Viçosa contaria ainda com o fornecimento da concessionária, o fornecimento a partir de uma fonte incentivada, no caso o biogás, e o backup fornecido pelo sistema de GMG. Isto colocaria a universidade em uma condição extremamente favorável a aderir ao mercador livre de energia elétrica.

Ainda sobre a Tabela 5, ao longo de um ano a UFV gastou R\$ 414.827,02 com ultrapassagens. Com as propostas deste trabalho adotadas, as multas poderiam ser extinguidas, economizando uma quantia substancial para os cofres públicos. Além disso, seria possível contratar uma demanda menor da faculdade, porém, existe uma insegurança em relação a geração dos produtores rurais que não é interessante pra UFV, logo não é aconselhável que essa demanda seja zerada.

A UFV gasta em média com a demanda contratada R\$ 152.412,78 por mês. Foram avaliados dois cenários hipotéticos:

- Demanda contratada da concessionária extinguida e multas por ultrapassagens reduzidas a zero;
- Demanda contratada da CEMIG reduzida em 70% e multas por ultrapassagens reduzidas a zero.

O custo médio do kWh que a UFV paga para a concessionária é de R\$ 2,05, e o custo, conforme faturas de novembro/2019 (Anexo A) para os consumidores do grupo B2 é de R\$ 0,6536, ou seja, um valor 214% menor. Uma diferença de R\$ 1,3964 no valor do kWh. Mesmo que sobre a contratação decorram custos relativos à participação no mercado livre, como mensalidades e custos com agentes financeiros, custos de transportes e encargos na energia contratada, os valores pagos pela energia do biogás serão atrativos. Para o caso de suinocultores que produzem grandes excedentes de energia o cenário é ainda melhor. Pois a energia vendida não seria utilizada para a independência energética do empreendimento, mas única e

exclusivamente para a comercialização, ou seja, impactando nessa tarifa o valor dos custos fixos da sua própria produção.

Outro ponto interessante, é que com o suinocultor assumindo a posição de produtor independente de energia, ele poderá vender energia para outros tipos de consumidores locais a um preço atrativo. Por exemplo, um consumidor próximo que usufrui da mesma tarifa B2, caso ele venda o excedente a um valor abaixo dos R\$ 0,6536 cobrados pela concessionária, haverá um grande interesse da compra local dessa energia. O que acaba beneficiando todos os envolvidos no processo de comercialização.

Por fim, para o suprimento da demanda energética da UFV, considerando o consumo máximo no campus Viçosa no período analisado de HP de 151.200,00 kWh e uma demanda de 2.700 kW (que seria controlada pelo GMG), comparando com o quantitativo de produção de energia estimado de cada suinocultor, a disponibilidade de fornecimento dos mesmos excederia a necessidade do campus, ou seja, um grupo de apenas 22 produtores rurais conseguiria suprir toda a demanda de um grande consumidor. Em outras palavras, apenas a contratação de energia dos suinocultores 10, 14 e 19 já seriam capazes de suprir toda a demanda de energia do HP da Universidade. Sendo que apenas o suinocultor 14 representa uma equivalência de 47,14% de todo o consumo da UFV em HP (Figura 6).

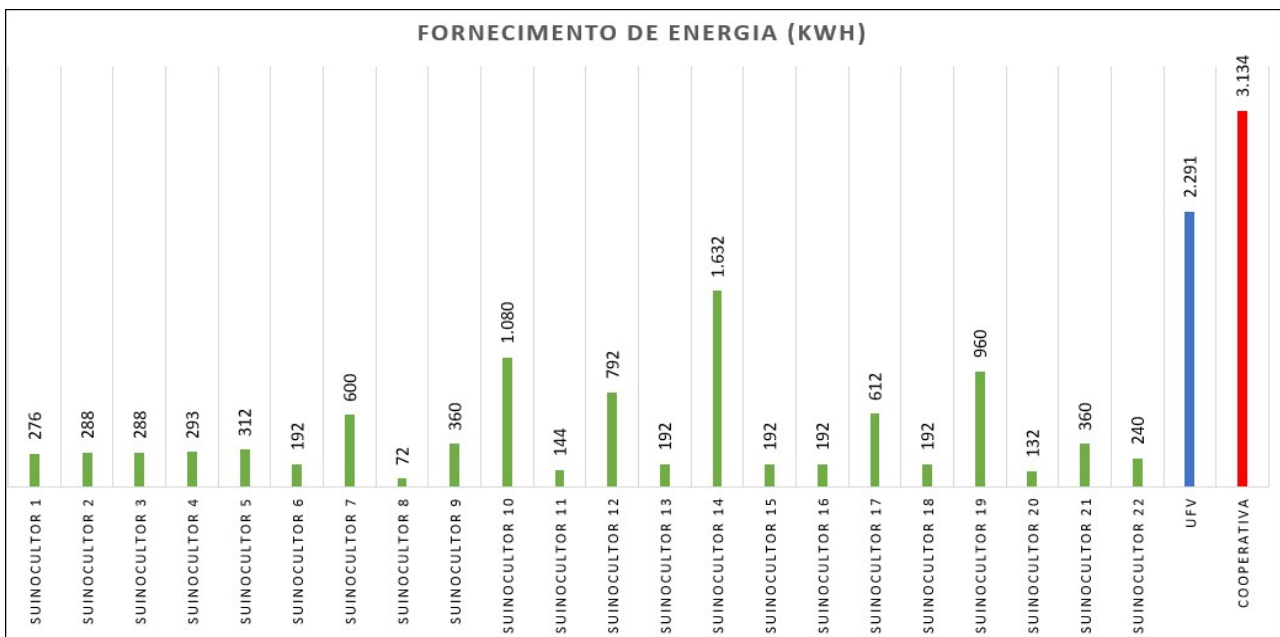


Figura 6 – Capacidade de produção de energia em HP de suinocultores (Autor).

Por tanto, para o primeiro cenário em que a demanda contratada seria zerada, e, considerando o valor médio que se localiza entre R\$ 2,05 e R\$ 0,65, valores pagos pela UFV e

pelos produtores rurais respectivamente, temos R\$ 1,35 pelo kWh. Considerando agora a fatura referente ao mês de novembro/2019 da UFV (Anexo B), pagando R\$ 1,35 kWh a UFV gastaria R\$ 173.800,00 energia consumida, diferentemente dos R\$ 265.188,41 pagos. Para essa análise foram desconsiderados os valores de energia reativa no mês, já que ele estaria presente nas duas contas e o valor importante para análise é a diferença entre os dois. Portanto, seria possível fazer uma economia de R\$ 91.388,41 somente nesse mês, cerca de 12,56% da conta total do período.

No segundo cenário, pagando os mesmos R\$ 1,35 pelo kWh, e, considerando a mesma conta analisada no cenário anterior, para 70% da demanda contratada reduzida a UFV contaria com 810 kWh fornecidos pela CEMIG no HP. Este valor equivale a R\$39.372,32, somados com os R\$ 173.800,00, temos que haveria uma economia de R\$ 52.016,09, ou seja, pelo menos 7,07% de economia. Vale ressaltar que, caso haja alguma falta em algum gerador e a UFV necessite utilizar a demanda contratada pela CEMIG, ou então o GMG necessite ser acionado, este valor iria cair de acordo com as devidas escalas. Conforme mostra a Figura 7, é possível observar a economia gerada nos dois cenários propostos.

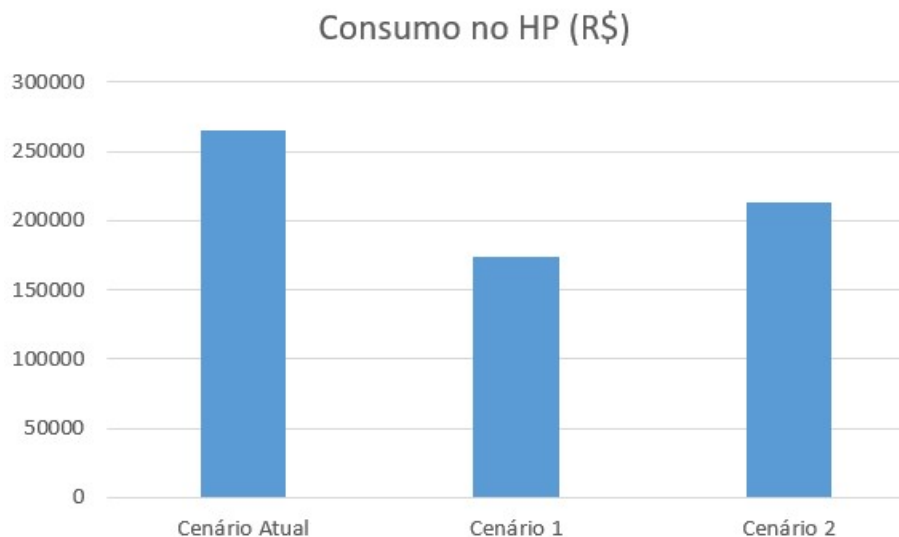


Figura 7 – Comparação do consumo no HP no mês de novembro/19 em 3 cenários diferentes (Autor).

Logo, a economia gerada pela UFV seria também a renda gerada pelos produtores rurais com a venda de energia elétrica proveniente do biogás. Observando a Figura 7, temos que, apesar do valor gerado durante o mês ser dividido proporcionalmente a quantidade de energia fornecida de cada gerador, continua sendo uma quantia considerável que cada um poderia obter. Levando em conta ainda que contratos de energia elétrica geralmente não são de natureza curta,

ao longo de um ano por exemplo, seria gerado uma economia para a UFV e uma renda para os produtores exorbitante, viabilizando o projeto para ambos.

Além disso, conforme mostra a secção 2.5.2, o biofertilizante, subproduto da biomassa que também é obtido pelo processo, traz diversas vantagens para o produtor, sendo as principais: a eliminação dos dejetos da sua fazenda e a economia gerada devido a substituição destes no lugar dos fertilizantes químicos. Para as grandes fazendas, estas teriam inclusive a possibilidade de negociar o biofertilizante excedente também, gerando uma renda ainda maior com a adoção da produção de biogás em suas propriedades.

5 Conclusões

A UFV tem extrapolado frequentemente a demanda contratada e isso além de gerar multas para a universidade, tem causado apagões repentinos. Uma alternativa para resolver este problema seria aumentar a demanda contratada, porém a concessionária local não possui mais energia para negociar. Sendo assim, a universidade é instigada nos próximos anos a pesquisar outras alternativas energéticas, como também incentivar projetos de eficiência, limpando a matriz energética e promovendo a minimização do desperdício. Seguindo esta ideia, a partir deste trabalho foi possível analisar a viabilidade técnico-econômica da UFV substituir o seu consumo durante os horários de pico da concessionária onde o custo da energia elétrica é maior, por uma alternativa limpa e eficaz: o biogás.

A viabilidade de um projeto está diretamente relacionada à capacidade de realização e adequação de estruturas, além do retorno econômico, social e ambiental seja qual for o caso. A contratação de energia gerada por suinocultores é possível e devidamente regulamentada pelas normas do CCEE e ANEEL. Esse tipo de geração de energia pode ajudar a fomentar o crescimento da geração distribuída no país e junto dela todos os benefícios de uma geração de energia limpa e próxima aos consumidores. O biogás apresenta um fator estratégico muito importante, diretamente relacionado à facilidade de armazenamento da matéria prima e sua utilização em horários específicos do dia para a produção de energia.

O investimento da geração por meio do biogás contribui para o meio ambiente estimulando o tratamento de resíduos e efluentes de produções agrícolas, ajuda na

diversificação da matriz elétrica do país e promove a redução de custos com energia elétrica. A inserção de novos geradores independentes torna o sistema mais confiável e seguro, contribuindo com a popularização de um ambiente livre de comércio de energia onde o consumidor pode negociar livremente o seu fornecedor, o período, a quantidade e o preço da energia contratada. Não ficando submetidos às tarifas de energia reguladas pelo governo no ambiente cativo.

A instalação do GMG no campus Viçosa da UFV criará um ambiente propício a adesão à CCEE e conseqüentemente migração para o mercado livre de energia. Como já acontece no meio privado, os órgãos públicos devem abandonar os modelos tradicionais de operação e buscar sempre inovações a fim de otimizar os custos de funcionamento e operação.

Portanto, foi avaliado a partir do cenário hipotético em que a UFV fizesse a sua adesão ao CCEE como Consumidor Livre Especial e quais as repercussões dessa medida. A fonte de energia escolhida para a compensação da energia da concessionária neste trabalho foi o biogás, justificado pela alta concentração de geradores e possíveis geradores na localidade, diminuindo o custo de oportunidade do negócio. Foi possível constatar possíveis economias substanciais ao longo de um mês adotando a medida, e, colocando em escalas maiores, o valor chega a ser exorbitante (hoje em dia a UFV paga cerca de quase meio milhão de reais de ultrapassagens por ano). Apesar da análise ter se mostrado viável, foram feitas algumas considerações, o que acabou por deixar alguns assuntos para análises em estudos posteriores, como no caso dos custos de transmissão.

Além disso, avaliou-se a capacidade dos produtores de gerarem biofertilizantes e os benefícios do seu uso. Com isso, além da renda criada através da venda do biogás é possível que os produtores rurais ainda possam economizar com fertilizantes químicos e até vender o seu excedente, caso haja.

Contudo, o presente trabalho mostrou-se atender a tendência do mercado de adotar fontes incentivadas como forma de compensação energética, minimizando a degradação do meio ambiente e diversificando a matriz energética da UFV e do Brasil.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2000). **Resolução Normativa nº.456 de 2000. Brasília.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Resolucao%20456%20aneel.pdf>>. Acesso em: 19 de out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2006). **Resolução Normativa nº.247 de 2006. Brasília.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2006247.pdf>>. Acesso em: 19 de out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2012). **Resolução Normativa nº. 482 de 2012. Brasília.** Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 19 de out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2013). **Resolução Normativa nº. 547 de 2013. Brasília.** Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013547.pdf>>. Acesso em: 19 de out. de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2015). **Resolução Normativa nº. 687 de 2015. Brasília.** Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 19 de out. de 2019.

ALVAREZ, R.; GUNNAR, L. **Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste.** *Renewable Energy*, v.33, p.726-734, 2008.

AVACI, A. B.; SOUZA S. N. M.; CHAVES, L. I.; NOGUEIRA, C. E. C.; NIEDZIALKOSKI, R. K; SECCO, D. **Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.4, p.456-462, 2013.

CAMARA DE COMERCIO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE (2019). **Procedimentos de Comercialização.** Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/oquefazemos_menu_lateral/procedimentos?_afLoop=52671591419478&_adf.ctrl-state=m81ruefjn_50#!%40%40%3F_afLoop%3D52671591419478%26_adf.ctrl-state%3Dm81ruefjn_54>. Acesso em: 19 out. 2019.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio – Dados 1995 a 2015.** CEPEA ESALQ/USP, 2015. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib>>. Acesso em 20 de outubro de 2019.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. **Tarifas.** Disponível em: <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/FAQ_Tarifa.aspx>. Acesso: 04 de dezembro de 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2018.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico419/BEN2018__Int.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

FARIA JÚNIOR, H.; TRIGOSO, Federico B.M.; CAVALCANTI, J. A. M. Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 469-475, 2017.

FERREIRA, A.; KUNH, S. S.; FAGNANI, K.C.; SOUZA, T. A.; TONEZER, C.; SANTOS, G. R. et al. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 181-191, 2018.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agropecuario e agroindústrias associadas.** 2012. Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2019.

KOMINKO, H. et al. **The possibility of organo-mineral fertilizer production from sewage sludge. Waste and Biomass Valorization**, v.8, p.1-11, 2017.

LUNA, M. A. R.; CUNHA, F. B. F.; MOUSINHO, M. C. A. M.; TORRES, E. A. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. **Energy Procedia**, v. 159, February 2019, p. 484-490.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fatores de Emissão de CO2 do Sistema Interligado Nacional do Brasil**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html>. Acesso em 20 de outubro de 2019.

NASIR I. M., GHAZI T. I. M., OMAR R. **Production of biogas from solid organic wastes through anaerobic digestion: a review**. Applied Microbiology and Biotechnology, v.95, p.321-329, 2012.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS (2019). **O Sistema Interligado Nacional**. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>>. Acesso em: 20 out. 2019.

PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual De Tarifação De Energia Elétrica**. Agosto, 2011.

QUIAO, W.; YAN, X.; YE, J.; SUN, Y.; WANG, W.; ZHANG, Z. **Evolution of biogás production from different biomass wastes with/without hydrothermal pretreatment**. Renewable Energy, v.36, p.3313-3318, 2011.

RAO, J.R. et al. **Pelleted organo-mineral fertilisers from composted pig slurry solids, animal wastes and spent mushroom compost for amenity grasslands**. Waste Management, v.27, n.9,p.1117-1128, 2007.

RUTHER, R.; ZILLES, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. **Energy Policy**, v. 39, p. 1027-1030, 2011.

SCANO, E.A. et al. **Biogas from anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes: Experimental results on pilot-scale and preliminary performance evaluation of a full-scale power plant**. Energy Conversion and Management, v.77, p.22-30, 2013.

STUCHI, J. F. **Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. Embrapa Amapá-Fólder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2015.

Anexo A – Fatura de um gerador incentivado referente a novembro de 2019



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.188/0001-18 F. Ins. Estadual 062.327138.0007

Av. Balmaceda, 1.000 - 17º andar - Av. A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG
 RUA JOSE V CRUZ 100 EL
 CENTRO
 36570-000 VIÇOSA, MG
 CNPJ 25.944.455/0001-96

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Emergências: 0800 727 7520

Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE. Foi criada pela

Lei nº 10.438, de 25 de abril de 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA RUA JOSE V CRUZ 100 EL CENTRO 36570-000 VIÇOSA, MG CNPJ 25.944.455/0001-96	Nº DO CLIENTE 7000081547	Nº DA INSTALAÇÃO 3009000016
Referente a NOV/2019	Vencimento 06/12/2019	Valor a pagar (R\$) 735.438,51

NOTA FISCAL - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE U - Nº032750611 - PTA Nº45.000014006.81

Classe Poder Público	Subclasse Poder Publico Federal	Modalidade Tarifária THS Azul A4	Datas de Leitura			Data de Emissão 08/11/2019
			Anterior 01/10	Atual 01/11	Próxima 01/12	

Informações de faturamento

Ocorrência de demanda de ultrapassagem - entrar em contato com o seu Agente Comercial.

LIMINAR ICMS DECOTE

PROCESSO Nº 2001.38.00.027805-2

DE 01/11/2008.

Informações Gerais

Tarifa vigente conforme Res. Ansel nº 2.550, de 21/05/2019.

Ratificação de 5,95%, valor R\$ 45.592,49.

conforme Art. 64 da lei nº 9430, de 27/12/96.

Conforme DECRETO Nº 48.213, DE 11 DE ABRIL DE 2013, não

será exigido o recolhimento do ICMS sobre a parcela de

Demanda de Potência não utilizada

AGENTE DE RELACIONAMENTO: ARIDES OLIVEIRA JR.

E-MAIL: arides@cemig.com.br

Faturamento pela média

OUT/2019 Band. Amarela - NOV/2019 Band. Vermelha

Valores Faturados

Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço	Valor(R\$)
Demanda Ativa kW HFP/Único	3.696	15,46360897	57.153,48
Ultrapassagem kW HFP/Único	196	30,92721795	6.061,72
Demanda Ativa kW HP	3.080	48,60783179	149.712,11
Ultrapassagem kW HP	380	97,21566358	36.941,94
Energia Ativa kWh HFP/Único	1.192.800	0,41287997	492.483,21
Energia Ativa kWh HP	128.800	0,60973891	78.534,38
Demanda Reativa kW HFP/Único	140	15,46360897	2.164,89
Energia Reativa kWh HFP/Único	25.200	0,31238707	7.872,13

Encargos/Cobranças

Contrib Ilum Publica Municipal 62,55

Abatimentos e Devoluções

Liminar - Decote ICMS	-49.855,39
Imposto Retido - IRPJ	-9.372,82
Imposto Retido - PIS/PASEP	-5.076,94
Imposto Retido - COFINS	-23.432,05
Imposto Retido - CSLL	-7.810,68

Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar

Bandeira Amarela	21.266,06
Bandeira Vermelha	1.890,29

NOTIFICAÇÃO DE DÉBITO(S)

Até 08/11/2019 constava(m) o(s) seguinte(s) débito(s) vencido(s):

Mês/Ano	Valor (R\$)	Débitos que sujeitam ao corte:
		Mês/Ano Valor (R\$) Prev. Corte

A religação estará condicionada à inexistência de débitos vencidos na unidade consumidora.

Histórico de Consumo

Mês/Ano	Demanda(kW)		Energia(MWh)		HR
	HP	HFP	HP	HFP	
NOV19	3.080	3.696	129	1.193	0
OUT19	3.108	3.696	148	1.210	0
SET19	2.464	2.744	140	1.221	0
AGO19	3.248	3.920	140	1.182	0
JUL19	3.248	3.892	126	1.145	0
JUN19	3.248	3.892	146	1.198	0
MAY19	3.248	3.892	146	1.218	0
ABR19	3.248	3.892	132	1.238	0
MAR19	3.220	3.752	112	1.126	0
FEB19	3.024	3.696	109	1.170	0
JAN19	3.024	3.696	101	1.137	0
DEZ19	3.024	3.696	120	1.221	0
NOV18	3.024	3.696	151	1.271	0


Divulga CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos ativados

Código de Débito Automático 000082536160	Instalação 3009000016	Vencimento 06/12/2019	Total a pagar R\$ 735.438,51
---	--	--	---

83630007354-9 38510138000-9 18939508011-3 00082536160-3 Novembro/2019



Anexo B – Fatura da UFV referente a novembro de 2019

 <p>Cemig Distribuição S.A. CNPJ 04.037.969/0001-16 Insc. Estadual 002.222/156.0007 Av. Marquês, 1.700 - 17ª andar - Ala 33 - CEP 30198-131 - Belo Horizonte - MG</p>		<p>Acesse o Cemig Atende www.cemigatende.com.br</p> <p>Fale com a Cemig 118 Cemig Torpedo 29810 Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela Lei nº 13.438, de 20 de abril de 2012</p>																																																																					
		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Nº DO CLIENTE</td> <td colspan="2">Nº DA INSTALAÇÃO</td> </tr> <tr> <td>Referente a</td> <td>Vencimento</td> <td colspan="2">Valor a pagar (R\$)</td> </tr> <tr> <td>NOV/2019</td> <td>27/01/2020</td> <td colspan="2">2.999,95</td> </tr> </table>		Nº DO CLIENTE		Nº DA INSTALAÇÃO		Referente a	Vencimento	Valor a pagar (R\$)		NOV/2019	27/01/2020	2.999,95																																																									
Nº DO CLIENTE		Nº DA INSTALAÇÃO																																																																					
Referente a	Vencimento	Valor a pagar (R\$)																																																																					
NOV/2019	27/01/2020	2.999,95																																																																					
<p>2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA</p> <table border="1"> <tr> <td>Classe Rural Trifásico</td> <td>Subclasse Agropecuária Rural</td> <td>Modalidade Tarifária Convencional B2</td> <td colspan="3">Datas de Leitura</td> <td>Data de Emissão</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Anterior</td> <td>Atual</td> <td>Próxima</td> <td>27/11/2019</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>25/10</td> <td>27/11</td> <td>27/12</td> <td></td> </tr> </table>				Classe Rural Trifásico	Subclasse Agropecuária Rural	Modalidade Tarifária Convencional B2	Datas de Leitura			Data de Emissão				Anterior	Atual	Próxima	27/11/2019				25/10	27/11	27/12																																																
Classe Rural Trifásico	Subclasse Agropecuária Rural	Modalidade Tarifária Convencional B2	Datas de Leitura			Data de Emissão																																																																	
			Anterior	Atual	Próxima	27/11/2019																																																																	
			25/10	27/11	27/12																																																																		
<p>Informações Técnicas</p> <table border="1"> <tr> <td>Tipo de Medição Energia kWh</td> <td>Medição BMA921605223</td> <td>Leitura Anterior 38.074</td> <td>Leitura Atual 38.182</td> <td>Constante de Multiplicação 40</td> <td>Consumo kWh 4.320</td> </tr> </table>				Tipo de Medição Energia kWh	Medição BMA921605223	Leitura Anterior 38.074	Leitura Atual 38.182	Constante de Multiplicação 40	Consumo kWh 4.320																																																														
Tipo de Medição Energia kWh	Medição BMA921605223	Leitura Anterior 38.074	Leitura Atual 38.182	Constante de Multiplicação 40	Consumo kWh 4.320																																																																		
<p>Informações Gerais</p> <p>Tarifa vigente conforme Res Anatel nº 2.550, de 21/05/2019. Pela legislação tributária, os descontos a que se refere o Decreto Federal 7.891/13 também integram a base de cálculo do ICMS, PASEP e COFINS. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão vigentes penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros/juizadas) no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua solicitação para recebimento de conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br. Leitura informada pelo cliente.</p> <p>OUT/2019 Band. Amarela - NOV/2019 Band. Verm. P1</p>		<p>Valores Faturados</p> <table border="1"> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Tarifa/Preço unit.</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td>4.320</td> <td>0,65361796</td> <td>2.823,81</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Encargos/Cobranças</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dif. recálculo tarifa integral</td> <td></td> <td></td> <td>827,80</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Abatimentos e Devoluções</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Subsídio tarifa líquida</td> <td></td> <td></td> <td>-651,46</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Tarifas Aplicadas (sem impostos)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td></td> <td>0,51436727</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bandeira Amarela</td> <td></td> <td></td> <td>14,95</td> </tr> <tr> <td>Bandeira Vermelha</td> <td></td> <td></td> <td>167,24</td> </tr> </table>		Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço unit.	Valor (R\$)	Energia Elétrica kWh	4.320	0,65361796	2.823,81	Encargos/Cobranças				Dif. recálculo tarifa integral			827,80	Abatimentos e Devoluções				Subsídio tarifa líquida			-651,46	Tarifas Aplicadas (sem impostos)				Energia Elétrica kWh		0,51436727		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar				Bandeira Amarela			14,95	Bandeira Vermelha			167,24																								
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço unit.	Valor (R\$)																																																																				
Energia Elétrica kWh	4.320	0,65361796	2.823,81																																																																				
Encargos/Cobranças																																																																							
Dif. recálculo tarifa integral			827,80																																																																				
Abatimentos e Devoluções																																																																							
Subsídio tarifa líquida			-651,46																																																																				
Tarifas Aplicadas (sem impostos)																																																																							
Energia Elétrica kWh		0,51436727																																																																					
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar																																																																							
Bandeira Amarela			14,95																																																																				
Bandeira Vermelha			167,24																																																																				
<p>Histórico de Consumo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MÊS/ANO</th> <th>CONSUMO kWh</th> <th>MÉDIA kWh/dia</th> <th>Dias</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NOV/19</td> <td>4.320</td> <td>130,90</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>OUT/19</td> <td>5.120</td> <td>176,55</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>SEP/19</td> <td>13.720</td> <td>326,66</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>AGO/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Jul/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>JUN/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Mai/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ABR/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MAR/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Fev/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>JAN/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>DEZ/19</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>NOV/18</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/dia	Dias	NOV/19	4.320	130,90	33	OUT/19	5.120	176,55	29	SEP/19	13.720	326,66	42	AGO/19	0	0,00	0	Jul/19	0	0,00	0	JUN/19	0	0,00	0	Mai/19	0	0,00	0	ABR/19	0	0,00	0	MAR/19	0	0,00	0	Fev/19	0	0,00	0	JAN/19	0	0,00	0	DEZ/19	0	0,00	0	NOV/18	0	0,00	0	<p>Reservado ao Fisco SEM VALOR FISCAL</p> <table border="1"> <tr> <th>Base de cálculo (R\$)</th> <th>Aliquota (%)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> <tr> <td>ICMS</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>PASEP</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>COFINS</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Base de cálculo (R\$)	Aliquota (%)	Valor (R\$)	ICMS	-	-	PASEP	-	-	COFINS	-	-
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/dia	Dias																																																																				
NOV/19	4.320	130,90	33																																																																				
OUT/19	5.120	176,55	29																																																																				
SEP/19	13.720	326,66	42																																																																				
AGO/19	0	0,00	0																																																																				
Jul/19	0	0,00	0																																																																				
JUN/19	0	0,00	0																																																																				
Mai/19	0	0,00	0																																																																				
ABR/19	0	0,00	0																																																																				
MAR/19	0	0,00	0																																																																				
Fev/19	0	0,00	0																																																																				
JAN/19	0	0,00	0																																																																				
DEZ/19	0	0,00	0																																																																				
NOV/18	0	0,00	0																																																																				
Base de cálculo (R\$)	Aliquota (%)	Valor (R\$)																																																																					
ICMS	-	-																																																																					
PASEP	-	-																																																																					
COFINS	-	-																																																																					

Ouvinteira CEMIG: 0800 726 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 008084348302	Instalação	Vencimento 27/01/2020	Total a pagar R\$2.999,95
--	-------------------	---------------------------------	-------------------------------------

83620000029-4 99950130003-7 00834860033-4 08084348302-7 Novembro/2019

