

**PRODUÇÃO TEXTUAL
INTERDISCIPLINAR
EM GRUPO - PTG**



CURSO: ENGENHARIA MECÂNICA

Curso:	Engenharia Mecânica	Semestre: 10º
Objetivos da Aprendizagem:	A produção textual é um procedimento metodológico de ensino aprendizagem que tem por objetivos: <ul style="list-style-type: none">• Instigar os alunos, apoiados nas informações presentes na BNCC sobre a área da linguagem como ferramenta norteadora, para o planejamento de atividades diferenciadas.• Relacionar teoria e prática, a fim de proporcionar embasamento para atuação em atividades extracurriculares.• Desenvolver os estudos independentes, sistemáticos e o autoaprendizado.• Favorecer a aprendizagem.• Promover a aplicação da teoria e conceitos para a solução de problemas práticos relativos à profissão.	

Prezados alunos,

Sejam bem-vindos a este semestre!

A proposta de Produção Textual Interdisciplinar em Grupo (PTG) terá como temática o **Geração de Energia Através de Resíduos Sólidos**. Esta temática visa trabalhar interdisciplinarmente os conteúdos das disciplinas do semestre corrente, demonstrando a relação prática entre elas nas atividades desenvolvidas no cotidiano profissional de um Engenheiro Mecânico.

Situação Geradora de Aprendizagem (SGA)

Situação-problema: Geração de Energia Através de Resíduos Sólidos

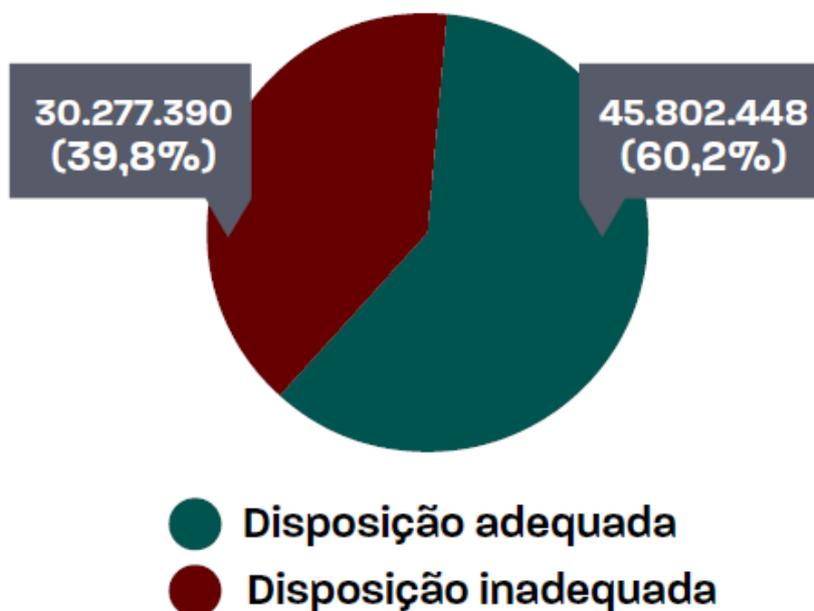
As novas dinâmicas sociais que passaram a ser desenvolvidas em virtude da pandemia trouxeram um relevante impacto para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, que foram afetados pelo deslocamento e concentração das atividades nos domicílios, locais para onde foram transferidas boa parte do descarte dos materiais consumidos. Os dados apurados mostram que a geração de RSU no país sofreu influência direta da pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020, tendo alcançado um total de aproximadamente 82,5 milhões de toneladas geradas, ou

225.965 toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro gerou, em média, 1,07 kg de resíduo por dia. (ABRELPE, 2021)

Segundo a Associação Brasileira de Recuperação Energética – ABREN (2019), gerar energia através do lixo poderia movimentar R\$ 145 bilhões em investimentos no Brasil. Com a adoção de tecnologias de recuperação energética de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), torna-se possível evitar que resíduos sejam despejados de forma inapropriada. As novas tecnologias de produção de energia elétrica a partir de RSU poderiam movimentar anualmente R\$ 11,6 bilhões em investimentos em infraestrutura no Brasil, totalizando R\$ 145 bilhões até 2031, conforme aponta a *Climate Bonds Initiative* (CBI).

De acordo com a ABRELPE, no Brasil, a maior parte dos RSU coletados seguiu para disposição em aterros sanitários, com 46 milhões de toneladas enviadas para esses locais em 2020, superando a marca dos 60% dos resíduos coletados que tiveram destinação adequada no país. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda estão em operação e receberam quase 40% do total de resíduos coletados, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (Toneladas/Ano e %)



Fonte: ABRELPE (2021).

Com a adoção de tecnologias de recuperação energética e de insumos, torna-se possível evitar que boa parte dos resíduos sejam depositados em aterros que, muitas vezes, não previnem emissões líquidas e gasosas para o meio ambiente. De acordo com a ABREN, se o Brasil destinasse 35% de todos os RSU para usinas de *Waste-To-Energy* (WTE) (do lixo para energia), o país poderia produzir aproximadamente 1.300 GWh/mês, volume suficiente para atender 3,29% da demanda nacional de energia elétrica (ABREN, 2019).

Diante desse cenário, a cidade onde você mora encontra-se preocupada com a produção em grande escala de resíduos sólidos, decorrentes da coleta de lixo, da atividade industrial e da produção rural da região. A fim de regulamentar e utilizar parte destes resíduos para complementar a matriz energética da cidade, a prefeitura abriu um edital licitatório em busca de empresas especializadas em tratamento de resíduos e geração de energia.

Agora, é com vocês! Bom trabalho!

ABREN. **Gerar energia através do lixo poderia movimentar R\$ 145 bilhões em investimentos no Brasil.** 2019. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/outros/geral/gerar-energia-atraves-lixo/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

TAREFAS

O desafio proposto a você, e sua equipe, consiste em desenvolver as tarefas apresentadas a seguir, considerando os aspectos pertinentes às disciplinas desse semestre. Agora que vocês possuem conhecimento dessa missão, elaborem um relatório para compor o processo licitatório, contendo obrigatoriamente os passos descritos a seguir.

Tarefa 1

Como você sabe, o cronograma é uma ferramenta que serve para organizar as atividades e prazos de um projeto em um diagrama visual, logo, o primeiro passo deve ser a elaboração do cronograma, onde você e sua equipe devem definir as atividades que serão desenvolvidas ao longo dessa licitação bem como os prazos estipulados para cada uma dessas atividades.

Sendo assim, com base no conhecimento de vocês, elabore o cronograma das atividades que serão desenvolvidas neste serviço prestado, contendo toda as etapas desse projeto.

Bibliografia recomendada:

LOBO, Y. R. de O. et al, **Projeto de Máquinas**, Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

Tarefa 2

Conforme elencado na SGA, cerca de 60,2% dos RSU tiveram disposição adequada em 2021 e 39,8% disposição inadequada. Entretanto, a quantidade de municípios que possuem aterro sanitário, que é, atualmente, a forma de disposição final ambientalmente adequada no Brasil é de 2.702, contra 2.868 municípios que dispõem seus resíduos de forma inadequada (lixões e/ou aterros controlados). Percebe-se que há ainda muitos municípios que dispõem seus resíduos de forma inadequada, sendo que a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, inicialmente, previa que os resíduos deveriam ter a disposição final ambientalmente adequada (no caso, o aterro sanitário) até o final do ano de 2014, porém muitos municípios reclamaram de falta de recursos tanto técnicos quanto financeiros e esse prazo foi estendido e atualmente, com o Marco Legal do Saneamento Básico, de 2020, prorrogou esse prazo para capitais e regiões metropolitanas que têm até 2 de agosto de 2021 para acabar com os lixões, enquanto cidades com mais de 100 mil habitantes têm até agosto de 2022 como prazo final. Cidades entre 50 e 100 mil habitantes têm até 2023 para eliminar o problema e municípios com menos de 50 mil habitantes têm até 2024.

Sabendo dessa importância, você atua em uma empresa que está preparando a documentação para a licitação da prefeitura da cidade onde você mora. Dentre os objetivos desta licitação, a empresa deve entregar um relatório contendo um levantamento sobre destinação dos principais resíduos sólidos urbanos (RSU).

Além disso, o seu gestor quer entregar, neste relatório, a descrição do método adequado de separação dos resíduos, os processos utilizados para a geração de energia por biomassa e as possíveis aplicações desta para auxiliar na produção energética da cidade.

Dessa forma, foi destinado a você e sua equipe:

a) Descrever a definição de aterro sanitário.

b) Realizar uma pesquisa em sua cidade de modo a verificar qual a destinação final dos resíduos sólidos urbanos (aterro sanitário, por exemplo), além de citar detalhes como por exemplo: quem realiza a coleta dos resíduos (prefeitura ou empresa terceirizada), se existe coleta seletiva ou não no município; qual a quantidade de resíduos coletadas e /ou dispostas no aterro, entre outras informações relevantes que tenham acesso.

c) Apresentar aplicações (formas de reaproveitamento, reciclagem, recuperação, aproveitamento energético ou algum tratamento específico) para os resíduos sólidos urbanos, industriais e agrossilvopastoris

Bibliografia recomendada:

BARROS, Regina Mambeli. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Interciência, 2013

JÚNIOR, Rudinel Tonedo; SAIANI, Carlos César Santejo; DOURADO, Juscelino. **Resíduos sólidos no Brasil.** Barueri: Manole, 2014.

VILLELA, Alberto A.; FREITAS, Marcos A. V.; ROSA, Luiz Pinguelli. **O uso de energia de biomassa no Brasil.** Rio de Janeiro: Interciência, 2015

Tarefa 3

Os motores de ignição por centelha, movidos a gasolina ou os motores diesel convertidos a ciclo Otto podem ser facilmente convertidos para motores a gás. As mesmas técnicas de conversão do motor a gasolina para gás natural são utilizadas para o biogás. A principal modificação de um motor a gasolina para biogás é a instalação de um misturador de gás com comburente (ar) no lugar do carburador. O controle do motor é efetuado pelo controle da mistura ar/combustível, por meio de uma válvula de variação de pressão, semelhante á válvula borboleta dos motores a gasolina. Outras modificações incluem a mudança na taxa de compressão e avanço de ignição.

Os MCIs quando acoplados a geradores elétricos, chamados de motores geradores, podem ser utilizados por aterros sanitários, propriedades rurais e agroindústrias, com disponibilidade de biomassa residual e biogás para a geração distribuída de energia elétrica. Devido a essas características, frequentemente é visto um MCI operando com um Biogás. O Quadro 1 mostra algumas características dos motores a combustão operando com biogás.

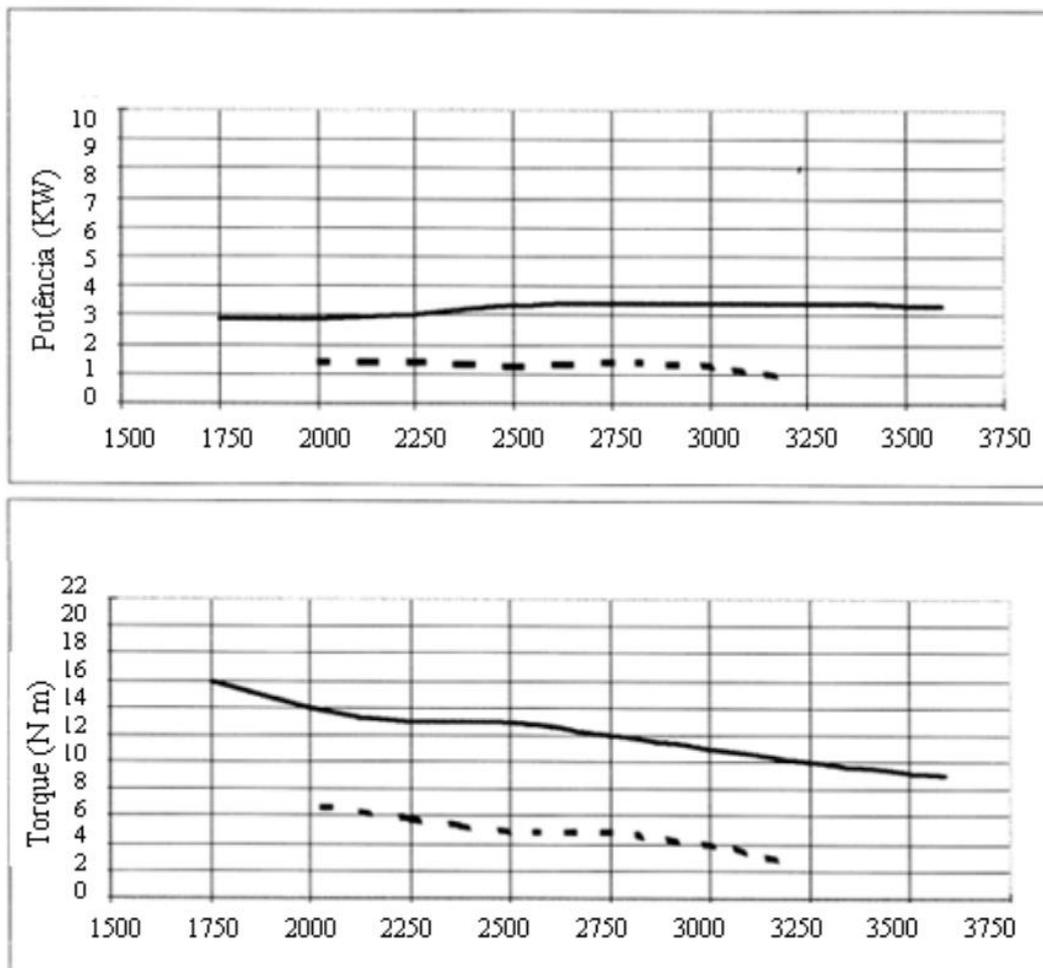
Quadro 1 - Principais características das tecnologias de conversão

	Microturbina	Turbina a gás¹	Motores Diesel: Biogás + Diesel²	Motores a gás Ciclo – Otto
Faixa de potência	30 kW - 100 kW	500 kW - 150 MW	Informação não encontrada ³	30 kW - 20 MW
Rendimento	24 a 28 %	20 a 30 %	30 a 35 %	30 a 40 %
Emissões de NOx	< 9 ppm	35 ppm - 50 ppm	Em torno de 27 ppm	250ppm - 3.000 ppm
Temperatura do gás de exaustão	275 °C (Capstone)	400 - 600 °C	300 - 400 °C	500 - 900 °C
Peso	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Tempo de vida	Longo	Longo	Curto	Curto
Ruído	Silencioso	Silencioso	Alto	Alto
Fabricantes ou Fornecedores	Capstone, Elliott MagneTek, AlliedSignal, GRI/Northern Research, Teledyne/Ryan	Solar Turbines, Caterpillar	MWM International, Maxxforce, Guascor Power	Yanmar, Branco

Fonte: Lima e Passamani (2012, p.74). Disponível em: < <https://bit.ly/3naj0gf> > Acesso em 23 de junho de 2022.

Experimentos mostram que um MCI Ciclo Otto com 270 cm³ alimentado com biogás bruto e com razão de compressão e ponto de ignição da gasolina inalterados sofre uma redução de 50% de torque e da potência quando comparado as mesmas condições operando com gasolina. A Figura 2 mostra as curvas de potência e torque, sendo que a linha tracejada é referente ao biogás.

Figura 2 – Comparação entre torque e potência de um motor operando nas mesmas condições e alimentado com biogás (tracejado) e gasolina (contínua).



Fonte: Machado (2014, p. 27). Disponível em: < <https://bit.ly/3xN54xH> > Acesso em 23 de junho de 2022.

O Biogás é um tipo de gás inflamável produzido a partir da mistura de dióxido de carbono e metano, formado a partir da degradação da matéria orgânica. A fermentação acontece em determinados patamares de temperatura, umidade e acidez.

A decomposição da matéria orgânica é um processo natural que ocorre em duas formas. A primeira é a decomposição aeróbia que acontece na presença de oxigênio esse processo é o princípio básico da compostagem, e a segunda fase é a de decomposição anaeróbia que acontece na ausência de oxigênio, onde os responsáveis por essa fase é uma série de microrganismos (bactérias) que quebram as moléculas da matéria orgânica transformando essa quase que totalmente em gases

como o gás metano que tem um percentual de energia térmica, ou seja, o potencial energético do biogás está em função da quantidade de metano contida no gás que determina o seu poder calorífico.

Visando esse contexto, a etapa da licitação solicita verificar as condições necessárias para que seja possível utilizar um motogerador movido a Biogás proveniente dos biodigestores instalados no aterro sanitário. Com relação a essa temática, realize as solicitações a seguir:

Determine a composição química de um biogás;

Faça uma pesquisa sobre o potencial calorífico (PCI) do biogás com composição de 60% CH₄ e 40% de CO₂. Determine o calor fornecido por unidade de tempo (fluxo de calor) pela combustão disponível, sabendo que a vazão mássica de biogás é 0,08313 kg/s a 1000 RPM.

Supondo que o fluxo de combustível aumenta em 0,0005 kg/s a cada 200 RPM para os primeiros 2000 RPM, 0,0008 kg/s nos próximos 1600 RPM e 0,0011 até a sua rotação máxima. Realize o mapeamento do motogerador se ele opera até uma rotação de 6000 RPM, detém 1032 cm³ de cilindrada total e possui eficiência global como 38%. Mostre no mapeamento o torque (N.m), potência efetiva (kW) a vazão mássica de combustível (kg/h) e o consumo específico de combustível (g/kw.h) em relação a variação da rotação.

Bibliografia recomendada:

BRUNETTI, F. **Motores de combustão interna**. Volume 1. 2. ed. São Paulo: Blucher. 2018.

DA COSTA, R. B. R. **Estudo experimental da tecnologia Dual-Fuel em motor de combustão interna utilizando Biogás, GNV e Etanol**. Dissertação, Escola de Engenharia da UFMG, 2017. Disponível em < <https://bit.ly/3xPGvjD> > Acesso em 23 de junho de 2022.

LORA, Electo Eduardo Silva; VENTURINI, Osvaldo José (Org.). **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

URNS, S. R. **Introdução à combustão: conceitos e aplicações**. 3. ed. Porto Alegre: AMGH. 420p, 2013.

Tarefa 4

Para que o projeto caminhe bem dentro do processo licitatório é necessário que o mesmo seja bem planejado e atenda os parâmetros de qualidade, garantindo a viabilidade da proposta e apontando os resultados palpáveis.

Não somente pensar sobre a viabilidade da geração de energia através de resíduos sólidos urbanos, mas também garantir a qualidade deste processo, agradando os investidores com retornos financeiros, valorizando a gestão da alta administração do projeto, favorecendo a população e preservando o meio-ambiente.

Para que isto possa acontecer é importante a criação de um sistema de gestão da qualidade, bem amparado pelas lideranças do projeto, e como este será aplicado pensando na geração de energia por meio dos resíduos sólidos urbanos, logo, analise e responda as colocações na sequência:
A. Qual o primeiro ponto crucial para se ter sucesso na implementação do sistema de gestão da qualidade?

C. Uma ferramenta que deve ser utilizada para a implementação de um sistema de gestão da qualidade é o PDCA, defina-a.

C. Demonstre como cada uma das etapas do PDCA podem ser aplicadas neste projeto, que constará no processo licitatório.

Bibliografia recomendada:

AKKARI, Alessandra Cristina Santos. *Sistemas de Gestão da Qualidade*. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 248 p.

Tarefa 5

Pensando na utilização do biogás gerado a partir do Resíduos Sólidos Urbanos, você e sua equipe devem fazer uma pesquisa sobre os resfriadores de absorção, que possuem diversas aplicações uma vez que podem ser acionados utilizando uma fonte de calor, não dependendo de energia elétrica.

Logo, para finalizar a licitação, no relatório que irá compor o processo licitatório, deve constar os conceitos sobre o processo de refrigeração por absorção, explicando seu funcionamento e como esse tipo de refrigeração está relacionada com o uso do biogás gerado a partir do RSU.

Bibliografia recomendada:

ALVAREZ, M. E. T., **Refrigeração, ar condicionado e ventilação**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

STOECKER, W. F., – **Refrigeração industrial**. 2a edição – São Paulo: Blucher, 2002.

NORMAS PARA ELABORAÇÃO E ENTREGA DA PRODUÇÃO TEXTUAL

1. O trabalho será realizado **em grupos**, de 02 a 07 alunos, no máximo.
2. A formação dos grupos é de responsabilidade dos alunos; no entanto, solicitamos que sigam as orientações do Tutor Presencial, responsável por cadastrar os grupos no sistema.
3. **Importante:** somente o líder do grupo conseguirá cadastrar o trabalho finalizado no sistema, o que deverá ser feito na pasta específica (“atividades interdisciplinares”), obedecendo ao prazo limite de postagem, conforme disposto no cronograma do curso. Não existe prorrogação para a postagem da atividade.
4. O trabalho final deve conter, depois de pronto, capa e folha de rosto padrão da Universidade, sendo organizado no que tange à sua apresentação visual (tipos e tamanhos de fontes, alinhamento do texto, espaçamentos, adentramento de parágrafos, apresentação correta de citações e referências, entre outros elementos importantes), conforme modelo disponível no AVA.
5. A produção textual é um trabalho original e, portanto, não poderá haver trabalhos idênticos aos de outros alunos ou com reprodução de materiais extraídos da internet. Os trabalhos plagiados serão invalidados, sendo os alunos reprovados na atividade. Lembre-se de que a prática do plágio constitui crime, com pena prevista em lei ([Lei n.º 9.610](#)), e deve ser evitada no âmbito acadêmico.
6. **Importante:** O trabalho deve ser enviado em formato Word. Não serão aceitos, sob nenhuma hipótese, trabalhos enviados em PDF.

A seguir, apresentamos a vocês alguns dos critérios avaliativos que nortearão a análise do Tutor a Distância para atribuir o conceito à produção textual:

- Normalização correta do trabalho, em respeito às normas da ABNT, com atendimento ao número de páginas solicitadas.
- Apresentação de estrutura condizente com a proposta apresentada (com introdução, desenvolvimento e conclusão).
- Uso de linguagem acadêmica adequada, com clareza e correção, atendendo à norma padrão.
- Atendimento à proposta, contemplando todos os itens solicitados, com objetividade, criatividade, originalidade e autenticidade.
- Fundamentação teórica do trabalho, com as devidas referências dos autores eventualmente citados.

Lembre-se de que seu Tutor a Distância está à disposição para lhes atender em suas dúvidas e, também, para repassar orientações sempre que vocês precisarem. Aproveite esta oportunidade para realizar um trabalho com a qualidade acadêmica de nível universitário.

Bom trabalho a todos!
Equipe de professores