

CONCURSO PARA PROFESSOR ADJUNTO A
PROGRAMA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO / COPPE
SETORIZAÇÃO: TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE
VAGA MC-197

PROVA ESCRITA

PONTO 1: CONCEITO E TEORIA- DINÂMICA SÓCIO-TÉCNICO-ECONÔMICA
DAS TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS

QUESTÃO 1 - Como os conceitos de nicho, regime sócio-técnico e paisagem sócio-técnica influenciam a compreensão dos processos de inovação energética, especialmente em relação ao surgimento e difusão de tecnologias emergentes como veículos elétricos, no contexto da resistência de grupos sociais estabelecidos e a necessidade de realinhamento estratégico?

QUESTÃO 2 - Considere a substituição de energéticos no setor de transportes e na geração de eletricidade. Quais são as informações necessárias para se calcular o custo de mitigação das emissões de gases de efeito estufa no ciclo de vida das duas alternativas (i.e. a de referência e a de substituição) para ambos os casos? Matematicamente, qual o procedimento de cálculo? No caso do Brasil, quais devem ser as fontes/tecnologias dos casos de referência?

PONTO 4: TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA (“*JUST TRANSITION*”)

QUESTÃO 3 – O processo de transição energética justa (“*just transition*”) deve implicar em uma redefinição do papel dos combustíveis fósseis na economia global. Com base nos princípios da justiça energética e nos desafios da descarbonização, discuta como o processo de transição energética, se mal-conduzido, pode afetar macroeconomicamente de forma desigual países e regiões do globo e ter implicações para a pobreza e segurança energética.

PROGRAMA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO – COPPE/UFRJ
CONCURSO DOCENTE 2025 - MC-197

Número do Candidato: 1

Continuação

Por engano, comecei na próxima página.

Número do Candidato: 1

Continuação

Q1) A definição de transição energética de Geels diz que ela ocorre pela mudança de um regime sócio-técnico vigente para outro. Para compreender tal definição, é necessário esclarecer os conceitos de nicho tecnológico, regime sócio-técnico e paisagem sócio-técnica, trazidos pelo mesmo autor e a relação entre eles. Tal relação é dada pela perspectiva multi-nível de análise.

Por paisagem sócio-técnica entende-se os limites naturais do planeta. Os ciclos geo-físico-químicos dos elementos naturais que atuam constantemente na natureza são exemplos de paisagem sócio-técnica: ciclos do carbono, hidrogênio, oxigênio ~~to~~ e outros.

O regime sócio-técnico diz respeito a alterações na paisagem natural feitas pela ação do homem. Por exemplo, construção de estradas para transporte, de casas para moradia, de indústrias para a transformação de matérias-primas em produtos finais fazem parte do regime sócio-técnico. Hábitos, culturas, leis e normas também ^{formam} o regime sócio-técnico.

O nicho tecnológico remete a um ambiente de desenvolvimento de uma nova tecnologia, protegido de tecnologias estabelecidas. Neste ambiente, é possível testar arranjos tecnológicos e verificar aspectos técnicos (como eficiência na conversão de um vetor energético em trabalho) e comportamentais (como a experiência do usuário) com a tecnologia que está sendo desenvolvida. Atualmente, os carros elétricos, citados na questão, fazem parte de um nicho tecnológico.

A interação e as relações entre estes três conceitos são dadas pela perspectiva multi-nível. A paisagem sócio-técnica impacta e sofre impactos do regime sócio-técnico vigente. ^{formam o regime sócio-técnico.}

Número do Candidato: 1

Continuação

Q1)(Cont) Por exemplo, o regime de chuvas que enche os reservatórios das hidrelétricas e abastece as culturas agrícolas de água para irrigação é uma demonstração da atuação da paisagem sócio-técnica no regime sócio-técnico, uma vez que fornecem limites naturais para as atividades econômicas. Por outro lado, as emissões de gases de efeito estufa ^(GEE) advindas da queima de combustíveis fósseis das usinas termelétricas, dos veículos de combustão interna e dos processos industriais são impactos do regime sócio-técnico na paisagem sócio-técnica. A elevada concentração desses gases na atmosfera altera o regime de chuvas, por exemplo.

Ainda como parte da perspectiva multi-nível estão as interações entre tecnologias vigentes e tecnologias emergentes. No contexto do setor de transportes, destacam-se os veículos elétricos como tecnologias emergentes e potenciais competidores dos veículos leves de passeio, movidos à combustão interna, abastecidos por combustíveis fósseis.

Embora não se tratem de sejam uma tecnologia nova, os veículos elétricos ganharam apelo recentemente pela possibilidade de mitigar emissões de GEE durante sua operação. No século XX, os veículos elétricos "perderam" a competição com os veículos a combustão interna por fatores conjunturais da época, como difusão do modelo Ford T, descoberta de petróleo no Texas que barateou o preço da gasolina, uma boa experiência de dirigibilidade, e outras causas a expansão da infraestrutura de postos de abastecimento, e outros fatores.

Dessa forma, atualmente, afirma-se que os veículos de combustão interna fazem parte do regime sócio-técnico vigente e os veículos elétricos ~~compõem~~ formam um nicho tecnológico, se

Número do Candidato: 1

Continuação

21) (Cont) destacando como uma tecnologia emergente.

Quando uma tecnologia emergente entra no ~~por~~ regime sócio-técnico vigente, diz-se que ela aproveitou uma "janela de oportunidade" dada pela tecnologia vigente. No caso do exemplo em voga, os veículos a combustão interna ~~agor~~ contribuem para o agravamento das mudanças climáticas, abrindo uma oportunidade para veículos não emissores.

A reação dos grupos estabelecidos, em geral, passa pela negação do problema em um primeiro momento. Quando os impactos não podem mais ~~ser~~ ^{ser} negados, as empresas que detêm as tecnologias estabelecidas tendem a iniciar um processo de adaptação de seu negócio de modo a passar e incorporar as novas tecnologias nos seus processos produtivos.

Este processo de adaptação e incorporação dos veículos elétricos tem sido observado pela maioria das montadoras de automóveis do mundo. No entanto, observa-se que as dinâmicas ocorrem de forma desordenada, o que atrapalha ~~e~~ a difusão dos veículos elétricos. Por exemplo, cada montadora tem um padrão diferente de carregadores, de modo que a infraestrutura de carregamento deve estar preparada para todos os modelos. Isso dificulta e ~~encara~~ encarece o processo de ~~transição~~ ^{transição} tecnológica.

Valerá ressaltar que, embora sejam necessárias adaptações para a incorporação efetiva dos veículos elétricos ~~à~~ ao regime sócio-técnico vigente, este fenômeno ainda aproveita a infraestrutura de rodovias existente, as leis de trânsito que já existem e a dirigibilidade também é bem semelhante aquela do veículo ~~a~~ ^a combustão interna. Todos estes elementos também fazem parte do regime sócio-técnico.

Por fim, resalta-se que a eletiva altera o regime sócio-técnico.

Número do Candidato: 1

Continuação

Q1) (Cont) uma vez que depende de ações integradas entre agentes políticos, consumidores e produtores que devem caminhar no mesmo sentido.

Q3) O contexto de surgimento da transição justa remete aos anos de 1950 no Reino Unido, quando ocorreu o "movimento anti-fumaca", contra a indústria do carvão, que era utilizado para geração de eletricidade e processos industriais. A resposta do governo foi uma rigorosa regulamentação, a "Clean Air Act", que impôs restrições às emissões oriundas do carvão.

O custo social desta política, identificado pelos sindicatos à época, foi o desemprego de trabalhadores da indústria do carvão. Nesse contexto, a definição de transição justa engloba práticas de comércio, transporte e uso de energia que ~~considerem~~ incorporem trabalho digno e de qualidade e ~~erradicação~~ erradicação da pobreza para os trabalhadores envolvidos nos setores mais afetados pela transição energética, que são tipicamente os setores que utilizam combustíveis fósseis.

Com base nos princípios de transição justa, é possível definir implicações macroeconômicas e sociais do processo de transição energética. Tais princípios envolvem garantir acesso e disponibilidade de condições de trabalho dignas para os trabalhadores dos setores afetados. Em uma dimensão mais abrangente, a transição justa passa pela equidade de condições para os países se desenvolverem considerando a estágio socioeconômico de cada um.

Por exemplo, países na África e América Latina devem poder explorar parte de suas reservas de óleo e gás em prol do desenvolvimento econômico, desde que os países mais desenvolvidos do Norte global invistam em medidas de mitigação de gases de efeito estufa de modo a compensar as emissões dos países africanos e latino-americanos.

Número do Candidato: 1

Continuação

Q3) (Cont) Considerando que os países do Norte global pautaram seu desenvolvimento econômico na exploração de fósseis, este princípio faz parte da transição justa.

Um exemplo adicional da necessidade de se aplicar princípios da transição justa gira em torno dos critérios de alocação de emissões entre os países do mundo. Um critério de ~~tot~~ igualdade de emissões per capita, ~~por~~ por país, por exemplo, não leva em conta que existem petróleos com diferentes fatores de emissão (qualidade de óleo diferente). O petróleo da camada do Pré-sal brasileiro apresenta um dos menores fatores de emissão.

Para endereçar este problema, autores sugerem um critério de alocação de emissões baseado na capacidade de pagamento pela mitigação que cada país apresenta, ponderada por indicadores socioeconômicos, como Índice Desenvolvimento Humano (população, renda per capita, escolaridade, desigualdades sociais e ~~out~~ outros).

Dito isso, uma transição energética bem conduzida levará para critérios de alocação mais justos, como a capacidade de pagamento ponderada e a concessão de exploração de óleo e gás por países que ainda precisam atingir níveis mais elevados de desenvolvimento econômico.

Além disso, a importância macroeconômica do petróleo é inegável. Ele é responsável por grande parte das receitas de exportações, arrecadação tributária e impacta a saúde financeira dos Estados.

Um processo de transição energética mal conduzido pode acentuar as desigualdades econômicas nos países exploradores de petróleo, caso as receitas desta atividade fiquem concentradas ~~na mão~~ apenas nos grupos sociais mais abastados.

Número do Candidato: 1

Continuação

Q3) (Cont) Isso pode levar a "doença dos recursos naturais", que ocorre quando um país fica muito dependente de receitas vindas da exploração de uma commodity. Tais receitas são disputadas por diversos grupos de interesse. Além disso, a exportação massiva pode incentivar a desvalorização cambial, afetando a importação de insumos para outros setores da economia.

Em resumo, o processo de transição energética mal-conduzido pode levar à "doença dos recursos naturais" e pode agravar desigualdades sociais nos países e entre os países do mundo.

Q4) O trancamento tecnológico ocorre quando o desenvolvimento futuro de uma tecnologia fica limitado a desenvolvimentos passados. Por exemplo, ao conceder a construção de uma nova rodovia à iniciativa privada, o governo está gerando um ~~tipo~~ trancamento ao modal ~~por~~ rodoviário.

Já os "ativos encalhados" surgem quando eles deixam de operar e de auferir receitas por conta de uma decisão. Neste caso, os ativos viraram passivos antes de o seu detentor recuperar seu capital. Por exemplo, se uma usina nuclear ~~passa a ser~~ é desativada por uma decisão governamental preocupada com possíveis efeitos de um acidente nuclear, esta usina (já construída e sem operar) se transforma em um "ativo encalhado".

~~No que se refere aos ativos de ~~seus~~ combustíveis fósseis as regiões mais arriscadas para trancamento tecnológico~~

~~as reg~~
As regiões com maiores riscos de trancamento tecnológico e ativos encalhados variam de acordo com o caminho que a transição energética seguir. Considerando uma transição energética bem-sucedida na substituição dos fósseis, as regiões que apresentam maiores

Número do Candidato: 1

Q4) (Cont) riscos são aquelas que apresentam grandes quantidades de ativos de exploração e de infraestrutura ~~de~~ de aproveitamento de fósseis e aquelas que estão investindo em infraestrutura nova para exploração e produção de energéticos fósseis. Continuação

Por exemplo, Oriente Médio e Mar do Norte apresentam muita infraestrutura de exploração e produção de petróleo, aumentando o risco de trançamento tecnológico nessas regiões. No entanto, boa parte dessa infraestrutura é antiga, de modo que boa parte do capital ~~se~~ investido já foi recuperado. ~~Isso reduz o risco de ativos encalhados nesta~~

Além disso, os gasodutos que levam gás natural da Rússia para a Europa podem virar ativos encalhados na medida que a Europa diversificar ainda mais seus fornecedores de gás natural. Com as recentes tensões entre Rússia e Ucrânia, a Europa já vem ~~faz~~ comprando gás natural liquefeito dos Estados Unidos e da Noruega. De modo geral, os gasodutos podem ser adaptados para receber gás hidrogênio, mas isso depende de investimentos, uma vez que o hidrogênio é mais corrosivo do que o metano. Nesse modo, os gasodutos que passarem por este "retrofit" podem não se transformar em ativos encalhados, embora o trançamento tecnológico de transportar os gases por gasoduto continue.

Em acréscimo, no Brasil, a exploração de petróleo na ^{região da} margem equatorial do rio Amazonas pode gerar ativos encalhados caso o país opte por uma política de substituição parcial de combustíveis fósseis. Isso também se aplica para os ativos de exploração e produção da área do pré-sal brasileiro.

Por fim, países africanos, como Angola, estão sujeitos a trançamento tecnológico e ativos encalhados pela existência de reservas de

Número do Candidato: 1

Continuação

Q4) (Cont) óleo e gás natural disponíveis.

Considerando o contexto aqui descrito, os possíveis impactos macroeconômicos passam por perdas de receitas de exportação, queda da arrecadação governamental, alterações no valor das empresas de petróleo com impacto direto no mercado financeiro internacional e no fluxo internacional de capitais (dado que muitas bolsas de valores apresentam ~~empresas~~ empresas de óleo e gás entre as mais valiosas e negociadas) e outros. Além disso, a mudança na pauta de exportações de países dependentes de óleo e gás pode afetar os taxas de câmbio, a competitividade internacional e a balança comercial desses países. Tudo isso tende a impactar negativamente o PIB desses países.

Em termos microeconômicos, os ativos encolhidos e os trancaamentos tecnológicos podem gerar volatilidade nos preços dos energéticos, fechamento de fábricas, usinas de conversão de energia primária em secundária de energia e refinarias de petróleo. Uma ressalva é que as refinarias podem ser adaptadas para co-processar biomassa e petróleo, produzindo derivados sintéticos a partir de biomassa renovável. Nesse caso, um ativo que ficaria encolhido deixaria de ficar.

Outro exemplo é que a Microsoft anunciou, ~~recentemente~~ recentemente, a compra da usina nuclear "Three Mile Island" para reformar e operá-la com o objetivo de geração de eletricidade necessária para treinar softwares de inteligência artificial. A usina que seria um ativo encolhido deixará de ~~se-lo~~ ser.

Número do Candidato: 7

Continuação

Q2) O custo de mitigação busca estimar o custo monetário que se incorre ao se adotar uma tecnologia não emissora (ou menos emissora) em comparação com uma tecnologia emissora. Acontece que a emissão deve ser contabilizada não apenas na operação, mas também durante toda a cadeia de conversão, distribuição, uso (e extras). Por exemplo, os veículos elétricos não emitem gases de efeito estufa durante sua operação, mas o ~~processo~~ processo de mineração para a obtenção de lítio é intensivo em energia e emissões.

Matematicamente, o processo passa pelo cálculo das emissões de todo o ciclo de vida de cada tecnologia. Após isso, é calculada uma economia de emissões, dada pela diferença entre a emissão ~~total~~ da tecnologia emissora e a emissão da tecnologia de mitigação. Para cada tecnologia, o cálculo dessas emissões de ciclo de vida precisa considerar as emissões decorrentes da exploração dos recursos energéticos, momento em que se extrai o recurso da natureza. Posteriormente, ~~se~~ se o recurso foi transportado por um veículo movido a combustível fóssil, as emissões desse veículo devem ser contabilizadas. Ao chegar no centro de transformações energéticas vai passar por processos que gastam energia e que geram emissões. Todas essas emissões devem ser contabilizadas. Os custos de todos esses processos devem ser devidamente contabilizados.

Após a transformação, o energético na forma de energia secundária passa por uma ~~ou~~ infraestrutura de transporte (caminhões de combustíveis ou redes de transmissão e distribuição de eletricidade) até chegar nos equipamentos de uso final (veículos ou eletrodomésticos, por exemplo). As emissões e custos deste transporte também são contabilizados.

Por fim, a energia final converte-se em energia útil ao

PROFESSOR ADJUNTO A

Número do Candidato: 1

Ponto Sorteado: _____

Q2)(Cont) passar por um ~~equipo~~ equipamento que e converte em energia util (mobilidade, por exemplo). Este equipamento tambem pode apresentar um fator de emissão que deve ser considerada.

Após a contabilização das emissões totais das duas tecnologias, ~~para~~, obtém-se a diferença de emissões, ou emissão neta. Este ~~índice indica~~ número indica as toneladas de CO_2 -eq que serão economizadas.

Em posse das diferenças de custos das duas tecnologias, se estima o custo de mitigação: quanto se gasta a mais para se mitigar uma certa quantidade de gases de efeito estufa.

Informações necessários:

- Custos de investimento
- Custos de operação
- Custos de transporte
- Taxa de desconto
- Vida útil dos equipamentos/conversores
- Fatores de emissão dos combustíveis
- Custos dos combustíveis usados no transporte dos energéticos
- Eficiência de conversão dos equipamentos (eficiência do 1º lei)
- GWP (potencial de aquecimento dos gases de efeito estufa
(CO_2) CH_4 / N_2O)

No caso do setor elétrico brasileiro, a tecnologia de referência (a mais usada) é a hídrica (por conta dos regimes com reservatório

PROFESSOR ADJUNTO A

Número do Candidato: 1

Ponto Sorteado: _____

Q2) (Cont) hidroelétricos favoráveis e rios caudalosos. Ela representa, aproximadamente, 60% da geração elétrica total atualmente.

Seus reservatórios têm regularização plurianual, permitindo o estoque de energia (na forma potencial) para ~~períodos~~ utilização em períodos secos. Todo o maquinário utilizado na construção da barragem para montagem do reservatório ~~de~~ demanda energia e gera emissões de gases de efeito estufa, que devem ser contabilizados na análise de ciclo de vida.

No setor de transportes, as fontes mais utilizadas (que devem ser consideradas referência) são gasolina para veículos leves e óleo diesel para veículos pesados (caminhões e ônibus). O etanol de cana-de-açúcar, por já ter uma rede bem estabelecida e ser amplamente utilizado, também pode ser considerado uma fonte de referência. Ele não é uma fonte de referência, pelo menos não deve ser considerado um combustível alternativo, mas sim convencional.

Edital nº 54 de 30 de janeiro de 2024, publicado na D.O.U em 02 de fevereiro de 2024

PROFESSOR ADJUNTO A

Número do Candidato: _____

Ponto Sorteado: _____