

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.

Número do Candidato: 87

Continuação pag. 1

~~resposta~~ respostaResposta 1

~~A justiça energética entre seus princípios: a justiça distributiva, a justiça procedimental e a justiça de reconhecimento, dessas podemos apontar para o princípio da disponibilidade, tanto em termos quantitativos, como em termos qualitativos, da energia, para o)~~
~~Se usar algumas características que os sistemas energéticos devem~~

Ponto 4Questão 3

A questão pede para usar como base os princípios da justiça energética e os desafios da descarbonização para ilustrar como o processo de transição energética (T.E.) pode resultar em consequências negativas para a pobreza e a segurança energética, além de afetar países e regiões de forma desigual.

~~Dessa~~ A justiça energética possui entre seus princípios: a justiça distributiva, a justiça procedimental e a justiça de reconhecimento. Alguns autores desta com também a justiça restaurativa. Dessa princípios, podemos extrair alguns ~~outros~~ outros que nos ajudam a discutir os desafios da descarbonização. Para que o processo de T.E. atual seja justo, ele deve considerar a disponibilidade de energia para todos, ou seja, a quantidade e a qualidade de energia devem ser suficientes para o bem-estar e para as atividades econômicas. Se o processo de T.E. for mal-conduzido a segurança energética, ou seja, a garantia de energia de forma acessível, confiável e ao longo de todo o tempo, de muitos países pode piorar. O continente africano é atualmente a região do mundo que mais sofre com a pobreza energética, que não se limita a falta de acesso. Outro princípio que ~~está~~ está no conceito de ~~segurança energética~~ pobreza energética ~~baseado~~ é a modicidade. A energia deve ser disponibilizada de forma barata. Alguns países fazem, por exemplo, aumentar o uso de lenha para cozinhar com o aumento do preço do

Número do Candidato: 87

~~(gás. ~~outra~~) Outro exemplo, em uma escola de países, ~~a de destituição~~~~ Continuação Pág 2

gás natural. Mesmo em países desenvolvidos, muitas pessoas ~~investem~~ mais de 10% do que ganham em energia, ~~afetando sua~~ ^{limitando o uso de} sua renda. Pensando na escola de países, o carvão ainda é o recurso mais barato em muitos locais, assim, ter que aburrir mais desse recurso pode afetar de maneira desproporcional diversos países. ~~em~~

O processo de T.E também deve ser inclusivo, considerando todos os seus participantes. Além de pensar nos atores que possuem menor poder, logo, capacidade de expor suas demandas e consequências dos sistemas energéticos sobre seus modos. ~~F~~ ~~outros~~ ~~de~~ transparência na tomada de decisão também é crucial, uma vez que ela permite conhecimento ~~de~~ ~~todas as~~ decisões e diminuição da corrupção. O objetivo ~~de~~ ~~ser~~ um mundo ~~mais~~ mais descentralizado e a informação é crucial para diminuir assimetrias entre diferentes países e regiões.

A sustentabilidade deve estar presente ao longo de todo ciclo de vida das diferentes fontes necessárias para descarbonização. Por exemplo, fontes eólicas e solares no Brasil podem aumentar a coating e causar distúrbios nos modos de populações tradicionais que residem perto dessas fontes, que, muitas vezes, não têm um conhecimento das potenciais ~~em~~ consequências adversas de sua instalação.

~~As~~ ~~justiça~~ ~~entre~~ ~~países~~ Devem ser considerados também as justiça entre países e entre gerações. Assim, ~~devemos~~ pensar nos recursos para as gerações futuras e distribuir de forma menos desigual os benefícios e prejuízos dos sistemas energéticos. Se mal conduzido, o processo de T.E. pode, por exemplo, não conseguir ~~reduzir~~ ~~limitar~~ as emissões em níveis que ~~estabeleceram~~ ^{limitam} as mudanças climáticas ao nível estabelecido no acordo de Paris.

Ha ainda a questão da responsabilidade, existem ganhos desproporcionais em alguns elos dos sistemas energéticos, ~~e~~ ~~os~~ ~~atores~~ que se beneficiam mais de venham contribuir de forma mais intensa para mitigar as consequências ^{Pág.} negativas dos sistemas energéticos. Se ~~esses~~ a T.E. for mal

Número do Candidato: 82

Conduzida esses atores podem, por exemplo, Continuação pg 3
intencionalmente atrasar a T.E. para reduzir
o encolhimento de seus ativos.

~~Por~~ Finalmente, existem ainda a necessidade de de
resistência e a intersetorialidade. Pessoas e países
que são atingidos de forma injusta devem resistir e mostrar
para toda a sociedade os malefícios da manufatura,
ou do surgimento de consequências negativas da ~~uso de~~
~~algumas~~ ^{extração} ~~fontes~~ processamento, distribuição ou uso de materiais ~~ou~~
necessários para os sistemas energéticos. Se esses atores
não se manifestarem e o processo de T.E. por mal-conduzido
podemos não melhorar processos ~~fe~~ ~~na~~ ~~de~~ ~~em~~ ~~uma~~ ~~f~~
atingir desproporcionalmente avanços e outros países que
extraem minerais. Além disso, é importante destacar
que como os sistemas energéticos estão intimamente
entrelaçados com outros sistemas, uma má condução do
processo de T.E. pode aumentar a crise da biodiversidade
e a desigualdade no mundo, reduzindo a qualidade
de vida no tempo.

~~Por~~ ~~em~~

Número do Candidato: 8+

Continuação pag 4

Ponto b

Questão 4

A questão menciona a complexidade alocação dos ativos encolhidos e pede para considerar a distribuição (quantitativa) geográfica desses ativos de forma quantitativa, além do orçamento de carbono para limitar o aquecimento global a 2°C , para avaliar quais regiões enfrentam maior risco de "lock-in" tecnológicos e "stranded assets".

~~("lock-in" tecnológicos são maiores quando existem barreiras)~~
Apesar de relacionados os conceitos de "lock-in" tecnológicos e de "stranded assets" diferem, inquanto o transição tecnológica ~~(pode resultar de)~~ significa a manutenção temporária de uma tecnologia que não necessariamente é a mais eficiente, o conceito de ativos encolhidos está relacionado a uma expectativa de ganho de algo já investido. e Quando existe muito investimento em capital, trabalho e espaço em uma tecnologia maior é a "tentação" de se manter nela, ou seja, causando o transição tecnológico, mas também maiores serão as perdas de ativos caso a sociedade opte por usar outra tecnologia com função similar, ou seja, ativos encolhidos.

No contexto dos mudanças climáticas, sabe-se que será necessário reduzir o uso de combustíveis fósseis. ~~(isto)~~
O IPCC estima que pelo menos 80% do carvão, 50% do gás natural e 20% do óleo não serão utilizados ~~(isto)~~ para que o mundo se ~~(mantenha)~~ não ultrapasse 2°C de aquecimento em relação aos níveis pré-industriais. Isso acarretará cerca de 3 a 4 trilhões de dólares (em valores de 2019) de ativos afundados de combustíveis fósseis.

~~(Os combustíveis)~~

Os combustíveis fósseis não são distribuídos de maneira igual no mundo, uma grande consequência disso, por a localização da OPEC que pode influenciar os preços de petróleo no mundo por décadas. ~~(Mas países que não produzem tanto petróleo, mas que possuem esse recurso como grande recurso possui grande participação no PIB, estes países possuem maiores)~~
Esses países possuem maiores riscos de ter ativos encolhidos. Outro país que represente muito risco é o Canadá, que

Número do Candidato: _____

Continuação pág 5

usa muito xisto Betumínico. Há também países afri-
canos, como a Argélia e Angola, que possuem ~~grande~~ uma
parte considerável do seu PIB associada aos combustíveis
fósseis. Por serem países menos desenvolvidos, o ~~desenvolvimento~~
encolhimento de ativos pode trazer grandes consequências para
a população destes países.

~~A guerra da Ucrânia que explicita para o mundo como
a Europa dependa desse combustível.~~

~~Existe um grande lobby das indústrias de combustíveis
fósseis para não perderem seus mercados, e dependendo
como essas empresas se adaptarem, como as políticas públicas,
interagiram com a questão de transição justa (equidade entre
países para não serem prejudicados por isso)~~

~~Em termos regionais~~

Os riscos econômicos relacionados ao 'lock-in' tecnológico
são enormes. O aumento de carbono (diminuir a cada dia)
para limitar o aquecimento global diminui a cada dia.
(O ~~se~~) Se o mundo não agir rápido ~~em~~ para agir e
usar tecnologias menos carbono intensivas, ~~para~~ os níveis de
aquecimento serão maiores, e as consequências do aquecimento
atingem de maneira desproporcional os mais vulneráveis.

~~Paradoxalmente~~, alguns dos países mais vulneráveis
dependem economicamente dos combustíveis fósseis, e a energia
é relacionada ao desenvolvimento. Países do sul global onde
o petróleo, combustíveis fósseis têm grande relevância no PIB,
possuem mais risco de transtorno tecnológico. No entanto,
em longo prazo, se a economia realmente mover em direção
a um mundo mais descarbonizado, estes países terão
tido os últimos a adotar tecnologias menos carbono
intensivas. O que pode levar ~~a um~~ redução de demanda
externa por derivados fósseis, que por sua vez pode impactar
as contas nacionais, e por sua vez chegar na inflação
do país.

O aumento da inflação resultante de um 'lock-in'
tecnológico pode ser visto ~~se~~ recentemente na Europa.
Quando a guerra da Rússia com a Ucrânia diminuiu

Número do Candidato: 8+

Continuação pag 6

~~Para~~ a falta do gás natural russo no mercado europeu, o preço da energia aumentou, causando a inflação. ~~Por~~ ~~esse~~ ~~motivo~~ a Europa está tendo que buscar outras fontes de forma rápida, se países com menos poder econômico sofrem (~~com~~) crises, essas crises possuem consequências mais duradouras.



Número do Candidato: 87

Continuação

Ponto 3

Questão 2.

A questão (~~pede~~) pede as informações necessárias para calcular o custo de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no ciclo de vida de uma (~~substituição~~) substituição de energéticos no setor de transportes e na geração de eletricidade de (~~Abelardo~~) ~~parte de~~ (~~o~~)

A unidade de custo de mitigação de GEE é ~~instável~~ unidade monetária, como normalmente usamos o unidade de emissão,

de dólares americanos como ~~o~~ unidade monetária padrão e toneladas de gases de efeito estufa, tem-se $\frac{\text{USD}}{\text{T GEE}}$.

O CO_2 é gás usado como referência para a conversão dos demais gases para sua equivalência no poder de aquecimento global, por isso, normalmente a emissão é dada em Toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2eq).

Sabendo disso, sabemos também que precisamos de todas as emissões dos dois casos, i.e. referência e alternativo, de todo o ciclo de vida e dos custos de produção desses energéticos. Precisamos ainda padronizar a unidade de ~~o~~ geração energética. No caso do setor de transportes, (~~o~~) podemos (~~matematizar~~) padronizar pela barrel de óleo equivalente.

No setor elétrico, uma unidade ~~mais~~ apropriada pode ser o kWh.

Matematicamente, tem-se:
Custo de produção de energia (%) pelo total de emissões em todo o ciclo de vida,

sendo
isto

Número do Candidato: 87

Continuação

Matematicamente, tem-se:

$$\left(\frac{\text{Custo de produção de uma unidade de energia (R$) do caso (alternativa)} \div \text{Total emitido para produzir uma unidade de energia no caso alternativo}}{\text{Custo de produção de uma unidade de energia no caso de referência} \div \text{Total emitido para produzir uma unidade de energia no cenário referência}} \right)$$

Tudo isso, menos

$$\left(\frac{\text{Custo de produção de uma unidade de energia no caso de referência} \div \text{Total emitido para produzir uma unidade de energia no cenário referência}}{\text{Custo de produção de uma unidade de energia no caso de referência} \div \text{Total emitido para produzir uma unidade de energia no cenário referência}} \right)$$

Dois exemplos brasileiros são a ajudar a facilitar o entendimento.

Caso 1: Setor transporte

No Brasil, o transporte rodoviário prevalece para transporte de carga. Dessa forma, a tecnologia de referência será um caminhão a diesel. Note que no Brasil uma parte de bio-diesel é adicionada ao diesel por lei. Aqui vamos limitar a análise só para o caso das emissões associadas ao combustível, assumindo que ~~as demais emissões~~ a substituição seja feita por um combustível drop-in sem necessidade de modificar a motor. Hipoteticamente, vamos colocar um novo combustível verde. Assim temos:

Custo/litro de cada combustível

eficiência/litro de cada combustível

emissão média por litro de cada combustível.

Com as devidas transformações, poderíamos calcular o custo por quilômetro de cada combustível e dividir pelo custo da emissão média por ~~quilômetro~~ km de cada combustível.

Posteriormente, bastaria pegar o resultado do diesel menos o do combustível alternativo

$$\frac{USD_{diesel}}{litros_{diesel}} - \frac{USD_{alternativo}}{litros_{alternativo}}$$

Número do Candidato:

84

Continuação

Caso 2: geração de eletricidade

No Brasil, a geração elétrica é cerca de 90% limpa, mas a expansão pacifica muitas vezes se dá por meio de usinas térmicas com combustíveis fósseis.

Com tudo isso é difícil escolher uma tecnologia e fonte de referência. ~~(Porém)~~ Uma opção seria, por exemplo, fazer a referência do módulo de 1 MW na matriz atual.

Mas, para facilitar o ~~(caso)~~ exemplo, irei considerar os sistemas isolados, onde há predomínio de térmicos com uso de diesel e ~~como~~ opção alternativa a queima de biomassa.

~~Assim, para o~~

Caso 1 de Tumbica para produção

Custo de geração de um MW com diesel dividido pela emissão da quantidade de diesel necessária para gerar um MW com diesel. Menos, custo de geração de um MW com Biomassa dividido pela emissão da quantidade de biomassa necessária para gerar um MW.

~~(Para não destacar que o carbono que a biomassa adquiriu)~~

Aqui vale destacar que o carbono adquirido ~~(no processo)~~ pela planta no processo de fotossíntese quando queimado é considerado zero, no entanto, a produção de biomassa ~~necessita de~~ ~~se~~ não tem emissão zero, por exemplo, vai depender da quantidade e forma com que o fitoplâncton foi usado na plantação, se a plantação ~~necessitou~~ ~~incluiu~~ o destratamento, e qual a distância dessa biomassa até a planta térmica.

CONCURSO DOCENTE 2025 - MC-197

Continuação

Questão 1

Os processos de inovação são explicados por diversos campos de ciência, por isso, o estudo das transições energéticas tem sido de muitas fontes para explicar o que promove, e o que pode ser necessário para acelerar as transições energéticas.

ser necessário para acelerar as transições energéticas.

~~Em relação ao surgimento e a difusão de tecnologias emergentes, os stakeholders não devem se limitar a entender qual é o papel das dinâmicas socio-técnicas nos ajudem a entender como os agentes, ~~inter~~ redes, tecnológicas, econômicas, instituições e governança, políticos públicos e culturais e comportamentos interagem ~~para~~ possibilitando, ou não, o surgimento e difusão de tecnologias emergentes.~~

... interessar apenas um grupo

Uma tecnologia pode surgir e interessar apenas um grupo de pioneiros que está disposto a pagar mais por ela. Com o uso e incentivos econômicos, vem o aplendizado, e por sua vez indica caminhos de melhoras possíveis tanto para o usuário como para o produtor de tecnologia. Essa interação vai melhorando a tecnologia. Se mais pessoas percebem os benefícios dessa tecnologia, mais vendem aumentam, e a maior disponibilidade a um preço mais baixo permite mais investimentos, que podem diminuir por baixo os custos. (para as pequenas) empresas que

permite maior
baixar os custos. ~~(em~~ tecnologias dominantes) empresas que
dominam o processo de produção de tecnologias
estabelecidos podem aviar a sua ~~o~~ ~~de~~ ~~desenvolvimento~~
a difusão da nova tecnologia. No caso dos veículos,
~~os~~ os veículos elétricos dominavam os EUA perto dos
anos 1900, mas, o desenvolvimento e perfeccionamento dos
motores a combustão interna levaram a uma explosão da
produção de carros ~~(a combustão)~~ movidos a combustíveis fósseis.
Hoje o processo é invertido, os mercados ~~dominantes~~ é
dominado ~~(pelos grandes)~~ por grandes empresas e o
~~relevo~~ a cadeia de suprimentos também é controlada
por gigantes dos combustíveis fósseis. Pág.

PROFESSOR ADJUNTO A

Número do Candidato: 84

Ponto Sorteado: _____

~~Quem~~
no entanto, os carros elétricos começaram a atingir apenas um nicho de pessoas que estavam dispostos a pagar um preço mais alto ou por questões ambientais ou por questões de status. A adoção da tecnologia por esse nicho de pioneiros permitiu que a ~~(muita)~~ tecnologia ~~(passasse)~~ fosse aprimorada e barateada. Além disso, outros fatores do paísagem, como as políticas de incentivo ao uso de carros elétricos (EV) na Noruega, foram surgindo e possibilitando o mercado de EV ir crescendo. No entanto, existiu resistência dos grandes empresas que não facilitaram a expansão da adoção dos EVs. Com o crescimento desproporcional de empresas de EV, que ~~(muitas)~~ ~~(alt)~~ obtiveram ganhos reais de ~~entre~~ ^{hora} em baterias, por exemplo, as outras empresas que dominaram a fabricação dos carros também começaram a se movimentar para incorporar alguns nichos de mercado.