

ATA DA 132ª REUNIÃO CMMCE

Data: 25/02/2026

Formato: presencial e disponibilizada no YouTube

Pauta:

- Informes SECLIMA: atualização GT reestruturação do CMMCE e metas da SECLIMA no PlanClima SP atualizado.
- Apresentação: O avanço da Inteligência Artificial e uso de data centers: impactos socioambientais e contexto regulatório
- Daniel Cordeiro (EACH USP)
- Ana Maria de Oliveira Nusdeo (SANFRAN USP)

PARTICIPANTES

Renato Nalini - SECLIMA

Luciana Feldman – SECLIMA

Ludmilla Amorim – SECLIMA

Luiza Caballero – SECLIMA

Mariana Teixeira Xavier – SECLIMA

Heliana Lombardi – SMUL (Online)

Laura Lucia – SVMMA (Online)

Tazio – SIURB

Maria Amélia - SME

Eduardo Murakami – SME (Online)

Daniela Justino – SME (Online)

Magali Batista – SMS

Monica Masumi Hoska – SMS

Gabriel Santos da Mota – SMSUB (Online)

Julia Roberta Klein – SMDDET

Sueli Moroni da Silva – FIESP

Tercio Ambrizzi – USP

Antonio Cezar Leal – UNESP

Olímpio Álvares - ANTP (Online)

Rosa Ramos – OAB

Hamilton de França - SECOVI

Daniela Belchior – CREA

Ana Wernke – ICLEI (Online)
Ana Maria Nusdeo – USP (Palestrante)
Daniel Cordeiro – USP (Palestrante)
Emerson Vasconcelos – Convidado externo
Marcelo Schapochnik – Convidado externo
Raquil Lange – Convidado externo

VISÃO GERAL

A 132ª reunião ordinária do Comitê Municipal de Mudanças do Clima e Ecoeconomia de São Paulo, conduzida pelo Secretário José Renato Nalini (SECLIMA) e pela chefe de gabinete Luciana Feldman (SECLIMA), foi dividida em dois momentos principais. Inicialmente, foram apresentados os informes gerais, com destaque para o papel estratégico da SECLIMA na coordenação e implementação de metas e ações no âmbito do PlanClima SP.

Na segunda parte, professores da USP abordaram os impactos ambientais da inteligência artificial, enfatizando o elevado consumo energético e hídrico dos data centers e os desafios regulatórios associados, como licenciamento ambiental, critérios de sustentabilidade e competências municipais no ordenamento territorial.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A 132ª reunião do Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia teve como objetivos principais expor as metas de responsabilidade da SECLIMA e aprofundar o debate sobre a relação entre Inteligência Artificial e impactos ambientais.

O encontro teve início com a aprovação da ATA da 131ª reunião do CMMCE, seguida por uma fala de abertura do Secretário Executivo de Mudanças Climáticas, Renato Nalini. Na primeira parte da reunião, a assessora Ludmila Amorim apresentou os informes da SECLIMA com o objetivo de divulgar a nova estrutura do Plano de Ação Climática (PlanClima) para o período de 2026 a 2050. A apresentação visou detalhar a reorganização do plano em 112 metas distribuídas por 24 secretarias, esclarecendo o papel da SECLIMA, que agora além de ser responsável pela elaboração do relatório de acompanhamento do Plano, também terá metas e ações próprias.

Na sequência, a reunião teve como objetivo central analisar os impactos ambientais da inteligência artificial, trazendo a perspectiva da academia para o comitê. O

professor Daniel Cordeiro (USP) buscou expor o paradoxo da computação, mostrando que, embora seja uma ferramenta essencial para enfrentar a crise climática, ela se tornou parte significativa do problema devido ao alto consumo energético e hídrico dos data centers, especialmente no treinamento e na operação de grandes modelos de linguagem.

A professora Ana Maria de Oliveira Nusdeo (USP) complementou a análise sob a ótica jurídica, discutindo os desafios e os instrumentos disponíveis para regulamentar o setor no Brasil. A fala visou apresentar os projetos de lei em tramitação sobre eficiência energética, os requisitos para licenciamento ambiental de data centers e os incentivos fiscais condicionados a critérios de sustentabilidade, além de ponderar sobre a competência dos municípios no ordenamento territorial e no licenciamento desses empreendimentos, com o objetivo de fornecer subsídios para futuras decisões do comitê.

NOTAS

- SECLIMA passa a ter metas e ações para implementação, além da elaboração do relatório de acompanhamento;
- A Inteligência Artificial pode ser uma aliada no combate às mudanças climáticas, mas também, intensificar seus efeitos;
- Os instrumentos jurídicos relacionados aos Data Centers no Brasil incluem regulamentação, certificação, licenciamento ambiental e incentivos

TRANSCRIÇÃO

Gravação disponível no link:
<https://www.youtube.com/live/9mDAyfsMOr8?si=lgXslMmk6ufSKzZw>

2:50

Luciana Feldman: A todas as pessoas. Como o secretário gosta, vamos começar pontualmente. Então, daremos início à 132ª Reunião Ordinária do Comitê Municipal de Mudanças do Clima e Ecoeconomia de São Paulo.

Eu informo que esta reunião está sendo gravada e transmitida no canal do YouTube da SECLIMA, e o registro de presença foi realizado por meio de lista que foi disponibilizada na recepção do evento, lá no terceiro andar. Mas quem ainda não

registrou, por favor, converse com a gente até o final da reunião para registrar a presença e a gente poder apresentar na ata da próxima reunião.

Eu coloco agora em aprovação a ata da 131ª Reunião, que foi anexada no convite. Queria saber se alguém tem alguma consideração. Não? Então, está aprovada.

A ordem do dia hoje vai ser: a abertura pelo Secretário Renato Nalini; depois, os informes da SECLIMA; e as apresentações sobre o avanço da inteligência artificial e seus impactos ambientais, pelo professor Daniel Cordeiro e pela professora Ana Maria de Oliveira Nusdeo.

4:01 Então, passo a palavra imediatamente ao Secretário Renato Nalini.

Renato

Nalini

4:08 Muito bom dia a todos. Eu queria agradecer a presença e àqueles também que estão assistindo a distância, né? E dizer que as mudanças climáticas estão na ordem do dia, né?

4:17 Vejam Juiz de Fora, o que está acontecendo. Queria ver os argumentos dos negacionistas de que não existe aquecimento global, de que não há nenhuma influência, né?

4:32 Então, é muito bom que a gente hoje vá escutar dois especialistas, dois da nossa querida Universidade de São Paulo. O professor Daniel já conheço, já estive lá em visita ao... como é que chama? Tanta sigla...

4:51 A EACH, Escola de Artes, Ciências e Humanidades. É ali na Zona Leste. Eu já estive lá a convite do meu amigo David Iniz Dantas para falar alguma coisa.

5:02 E a Ana Maria Nusdeo é filha de um grande jurista, uma pessoa que eu admirei muito, admiro muito, o professor Fábio Nusdeo. Então, ela tem também um DNA de excelência, né? Nós vamos experimentar logo mais com os dois.

5:22 A inteligência artificial... Vejam que há, a gente poderia resumir em síntese duas tendências: os catastrofistas, que dizem que ela é a última criação humana. A partir daí, ela própria se encarregaria de dar um fim à história.

5:42 E aparentemente aquela rede social só de inteligência artificial, que no fim é movida por humanos, né? Mas é interessante verificar que os humanos não podem participar dessa rede e que eles só criticam os humanos.

5:55 E começa com uma observação muito interessante, que não deixa de ser verdadeira: "Nós já nascemos com o germe da podridão. Nós não vamos durar eternamente. Nós temos algumas décadas e depois vamos voltar a ser pó ou esperar que apodreçamos".

6:12 E aí eles falam: "Nós, máquinas, se nós tivermos manutenção adequada, nós podemos durar, durar infinitamente. Então, não precisamos respeitar os humanos, porque eles já nascem com prazo de validade". Nós vamos ouvir os dois aí para saber se isso é verdade.

6:35 De outro lado, aqueles otimistas, as polianas, que dizem: "Não, o mundo vai ser totalmente diferente, vamos descobrir a cura do câncer, ninguém mais vai ter Alzheimer, nem outras doenças mentais que estão proliferando, e nós vamos resolver o problema climático".

6:50 Então, vamos ver quem é que vai vencer essa batalha aí. Muito obrigado aos dois, viu?

6:57

Luciana Feldman: Obrigada, secretário. Então, agora convido a Ludmila Amorim, assessora da SECLIMA, para os informes.

7:11

Ludmila Amorim: Bom dia, gente. Bom dia. Obrigada a todo mundo aqui da mesa, principalmente os palestrantes, que acolheram o nosso convite para falar de um tema em alta e que a gente ainda não tinha trazido para dialogar aqui nesse comitê.

7:25 Bom, como é a primeira vez aqui no comitê, geralmente a gente fala sobre o que está em andamento pela prefeitura, mas também a gente traz temas atuais, como por exemplo a questão que a gente vai debater hoje.

7:37 E aí, antes da gente entrar um pouco nesse quesito, a gente trouxe alguns informes sobre o trabalho que a gente tem feito em relação ao Plano de Ação Climática da cidade. Toda reunião a gente traz a atualização de como está o status, de como está a publicação, a implementação desse plano.

7:55 E hoje, em especial, a gente vai trazer uma apresentação específica sobre as metas que, neste ano, a SECLIMA é responsável.

8:08 Então, a gente está com esse plano vigente agora a partir de 2026 até a longo prazo, até 2050. Cada uma das 24 secretarias que fazem parte do Plano de Ação Climática tem a sua responsabilidade ou tem a função de apoio também nas ações.

8:22 Vai ser uma rápida apresentação aqui, só 14 slides, só para ter essa apresentação feita pro comitê também e divulgar isso. A ideia é que nas próximas reuniões dos comitês a gente traga mais um pouco disso, pelo menos a cada início de reunião, não só da CLIMA, mas pelas outras secretarias também, da gente conhecer

um pouco da responsabilidade de cada uma das secretarias dentro desse papel no Plano de Ação Climática.

8:52 Então, para começar, esse é o formato que a gente tem hoje no nosso plano, que foi atualizado. A gente tem um total agora de 112 metas. Eu coloquei até um asterisco ali, porque a gente ainda está num processo de validação, aí pode ser que entrem algumas metas a mais.

9:10 Então, provavelmente a gente vai ficar com umas 115, 117 metas, que algumas acabaram se desdobrando. Então, a gente está com esse total.

9:21 E essa é a estrutura geral do plano. A gente se divide em cinco macrotemas, grandes temas. O primeiro deles é "Rumo a Carbono Zero", que é o principal objetivo do plano, que é zerar as emissões de gases de efeito estufa da cidade. O outro, "Adaptar a Cidade de Hoje para Amanhã", "Proteger Pessoas e Bens", "Cuidar dos Biomas", "Fortalecer a Cidade", "Gerar Trabalho e Riquezas Sustentáveis".

9:49 E aí, dentro de cada uma dessas estratégias, a gente tem esses outros elementos. Então, a gente tem os objetivos estratégicos, a gente tem as metas com ações atreladas a eles, 24 órgãos municipais também distribuídos com responsabilidade nessas metas, e três prazos de execução.

10:06 Esses objetivos estratégicos são inseridos dentro das estratégias como desejos, como aspirações de onde a gente quer chegar na cidade, visando a neutralidade de emissões e também a resiliência climática. E os outros vão permeando outros temas, desde preparação da cidade para eventos extremos, preparação de equipe de saúde, também educação ambiental, dos temas mais transversais possíveis.

10:38 Esses são os novos prazos que a gente coloca. Como é um plano que se atualizou agora, a gente acabou adotando novos prazos, porque antes o curto prazo era até 2025. Então, 2025 se encerrou e agora a gente tem um novo curto prazo, que acompanha a gestão municipal. O curto prazo é até 2028, que é a gestão atual (2025-2028).

11:03 Médio prazo: 2029 a 2036, que aí acompanha as duas próximas gestões, gestão dois e três. Esse plano vai passar por seis gestões, basicamente, porque é um plano para longuíssimo prazo. A última gestão ainda vai pegar só metade, porque vai até 2052. Então, só para ter uma ideia da dimensão que é esse plano.

11:27 E aqui a gente trouxe um exemplo de como se configuram cada uma dessas metas, dentro das estratégias que a gente apresentou. Então, essa é uma delas, dentro da primeira estratégia "Rumo a Carbono Zero". A meta é instituir legalmente Zona Zero Emissão no município de São Paulo.

11:48 Dentro de cada uma dessas 112 metas, a gente tem essa mesma estrutura, essa mesma caracterização. A gente tem uma descrição do que a gente entende, quais são as perspectivas relacionadas à implementação dessa meta, qual é o prazo, o indicador, o marco que define que a gente atingiu essa meta (Zona Zero Emissão), qual é a secretaria responsável e a secretaria de apoio. Nesse caso aqui é a CMT com apoio da CET e da CLIMA.

12:21 E a novidade que a gente tem agora na ficha de cada uma dessas metas é a identificação desse setor de mitigação e do risco climático. Nesse caso, o principal setor de mitigação relacionado a essa meta é o transporte. Então, tem um simbolozinho aí de mobilidade, de transportes.

12:43 Dentro dessa meta — e isso se configura para todas as outras metas do plano — a gente se desdobra em ações que vão possibilitar o atingimento dessa meta. Então, é uma meta para 2032, mas a gente tem ações no meio do caminho para 2026, 2028, 2030, até a gente chegar lá em 2032.

13:03 Entre elas, tem realizar o estudo de viabilidade da Zona Zero Emissão, criar grupos de trabalho, tudo que a gente identificou como necessário nesse caminho para atingir a meta. E aí, qual é a secretaria responsável e qual é a secretaria de apoio em cada uma dessas ações.

13:26 Antes de falar um pouco das metas da CLIMA em si, aqui é só uma devolutiva de como foi o processo de atualização do plano mesmo. Antes, o que a gente chamava de "ação", agora a gente chama de "meta". Teve uma inversão de papel: foi de 43 ações para 117 metas, que têm a mesma funcionalidade. Antes eram ações e agora são metas, porque a gente tentou enquadrar num padrão de instrumento estratégico da prefeitura, de planejamento estratégico mesmo.

13:52 Do processo participativo que a gente teve, a gente teve um índice de 24% de aderência das contribuições feitas pelo participa, fora todas as contribuições feitas pelos grupos de trabalho, que foram feitas com instituições que a gente convidou, que não entraram nesses números.

14:14 Como governança, no total do processo, a gente teve 48 servidores envolvidos. Essa é uma estimativa, porque algumas reuniões com as secretarias vinham mais servidores de cada área, de cada departamento, mas oficialmente como titular e suplente, teve 48 servidores e 40 instituições externas.

14:32 E aí, sobre a CLIMA, como é que a gente entrou agora? Antes a gente tinha só um papel de acompanhamento, e aí agora a gente está passando a atribuir papéis, responsabilidades de estar ali como realmente responsável de implementar metas ou ações, mas também estar ali como apoio para a implementação de metas e de ações.

14:53 Como o plano se configura em metas e ações, a gente fez essa divisão aqui. Na parte de metas, que é o nosso macro, a gente é responsável por 4 metas desse total de 112. Pode parecer pouco, mas é a média por secretaria.

15:13 Quando a gente faz a divisão de 112 metas, se a gente tem 112 e aí pelas 24 secretarias que fazem parte do plano, é mais ou menos essa média que cada uma vai possuir de responsabilidade. Lógico que não é igual, nem toda secretaria vai ter 3 a 4, algumas vão ter 5, 7, mas é mais ou menos dentro desse padrão. E a gente está em apoio aí em 15 metas. E nas ações, dentro dessas metas, a gente é responsável por 18 e apoio em 19.

15:45 Como vocês viram lá na configuração anterior daquela estrutura, como a gente desmembra as ações para entender como a gente vai chegar na meta, é natural que tenha um número muito maior de ações do que metas, porque são cada uma das etapas a serem cumpridas. Então, por isso que aqui é um número bem divergente: 18 e 19 ações, porque a gente tem, por natureza, um número maior de ações mesmo.

16:09 E aí aqui a gente já passa a apresentar o que a gente é responsável dentro dos próximos anos como CLIMA. Nas metas, que são o principal ponto a ser atingido, o marco a ser atingido mesmo, a gente está como responsável em duas metas "Rumo a Carbono Zero".

16:24 A primeira delas é alcançar 100% das edificações públicas municipais equipadas exclusivamente com sistemas de climatização e refrigeração que utilizem gases refrigerantes de baixo potencial de aquecimento (GWP), com prazo para 2036. As secretarias de apoio vão ser todas que fazem parte do IGTI, porque essa é uma meta totalmente intersecretarial, que vai precisar do apoio de todas as secretarias da prefeitura pra gente cumprir ela.

16:58 A segunda é incluir a frota de transporte de carga no CONFROTA para apoiar a redução de emissões do setor e o uso de veículos sustentáveis em serviços de entrega. Hoje, o CONFROTA tem um olhar específico sobre os serviços da prefeitura de transporte público.

17:15 A gente queria também, principalmente por uma iniciativa da C40 (que é a rede que auxilia a gente na elaboração e apoio da implementação do PlanClima), incluir também outros transportes de carga que fazem entrega na cidade ou que circulam dentro da própria cidade. A gente tem a própria Sabesp, que também tem uma grande circularidade de transportes de carga. Então, pensar também nessas outras frotas, além daquelas que estão dentro da administração pública.

17:44 Aí a gente tem mais 5 metas em que a gente está como secretaria de apoio, não é nossa responsabilidade direta, mas a gente está como apoio.

17:56 E aí as ações dentro de "Carbono Zero" que fazem parte de alguma meta: tem duas metas que são da SEGES, a primeira, e outra da SMT, que a gente tem ações de nossa responsabilidade.

18:09 A primeira é a voltada para eficiência energética nos contratos de realização de eventos da prefeitura. Aí a gente fica com a responsabilidade de criar um grupo de trabalho para discutir os critérios a serem inseridos nesses contratos. E na de nº 21, que eu apresentei anteriormente (instituir a Zona Zero Emissão), que também ficaria com esse papel de articulação, de criar um grupo de trabalho.

18:33 A gente tem mais 9 ações como responsabilidade e mais 12 como apoio também nessa área.

18:39 Em "Adaptar a Cidade de Hoje para Amanhã", a nossa terceira meta como responsabilidade é implementar critérios de adaptação ou mitigação das mudanças climáticas para aprovação de projetos a serem financiados pelos fundos municipais, com prazo para 2028. E a gente tem mais 3 metas de apoio dentro dessa estratégia.

19:00 E aí as ações, também a gente tem duas principais ações... Aqui a gente colocou só o que é de curto prazo, na verdade curtíssimo prazo, que é para 2026, que a gente já inclusive cumpriu ano passado. É em relação ao Orçamento Climático, para realizar o levantamento de boas práticas em orçamento climático e dois workshops. Isso já foi cumprido, mas a gente adicionou aí também no plano para ficar mapeado como uma continuidade dessas ações.

19:35 Em "Proteger Pessoas e Bens", a gente não tem nenhuma meta como responsável, mas a gente está como apoio e é responsável em uma das ações. Na CLIMA, a gente além do PlanClima, a gente tem a governança do Plano Preventivo de Chuvas e o Plano de Contingência de Baixa Umidade.

19:49 Então, a gente colocou uma ação de incluir um novo público dentro desses dois planos (além do PlanClima, que a gente já está inserindo a primeira infância). Seria a primeira infância nesses dois outros planos. Isso é de responsabilidade nossa e é uma ação contínua para realizar todos os anos até 2028, que pode se renovar no próximo ciclo também.

20:12 A gente tem mais 7 metas como apoio nessa estratégia e mais 7 ações como apoio também.

20:18 E aí, por último, a gente tem uma ação de responsabilidade conjunta com a Secretaria do Verde e Meio Ambiente, que é implementar a ação do Plano Municipal de Educação Ambiental de São Paulo, em especial voltado para as ações relacionadas à temática da mudança do clima, até 2028, como é um plano de ação para 2028. E mais uma ação responsável.

20:51 E era isso. Espero não ter tomado muito tempo desse início, mas a gente gostaria de fazer esse primeiro papel aqui de divulgar essa nossa responsabilidade dentro do Plano de Ação Climática, que é algo novo também por parte da CLIMA, que antes a gente só fazia o acompanhamento.

21:08 E eu não sei se alguém tem algum comentário a fazer, alguma dúvida antes da gente passar pros palestrantes. A gente pode também deixar pro final, se ninguém tiver nada pra falar agora. Aí eu posso ir abrindo as apresentações. Alguém? Vamos em frente então.

21:20

Luciana Feldman: Obrigada, Lud. Eu convido agora o professor Daniel Cordeiro e a professora Ana Maria de Oliveira Nusdeo para falar sobre o avanço da inteligência artificial e seus impactos ambientais.

21:46

Professor Daniel Cordeiro (USP): Bom, bom dia a todos. Eu gostaria de começar agradecendo ao senhor secretário o convite. Está um pouquinho mais perto? Desculpa. Estão me ouvindo agora? Tem gente acompanhando? Vamos tentar aqui por enquanto.

22:07 Bom, então agradeço a todos da CLIMA pelo convite. Eu gostaria de apresentar um pouco os impactos da computação e o papel da computação na crise climática.

22:20 Só para me apresentar rapidamente, meu nome é Daniel Cordeiro, eu sou professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo e pesquisador principal de diversos projetos de pesquisa que estão pensando em como aplicar a computação para reduzir os problemas ou mitigar os problemas climáticos das cidades, e como melhorar a própria eficiência da computação em termos dos seus impactos ambientais.

22:44 O senhor secretário acabou de falar, logo no começo, que os impactos das mudanças climáticas são visíveis hoje em dia. O aquecimento global é algo que a gente consegue medir com dados. Esses dois gráficos que eu estou mostrando aqui mostram o aumento da temperatura global a partir da pós-Revolução Industrial.

23:00 A gente consegue ver pelos dois gráficos. O primeiro mostra as médias anuais, e o segundo mostra uma média móvel de 5 anos, que mostra pra gente que a temperatura global está subindo.

23:18 Esse aumento da temperatura global tem causado esses eventos extremos, como a gente viu esse final de semana, como a gente tem visto ao longo dos últimos anos, tantos eventos causados por regiões que estão muito acima da média histórica, com alguns poucos pontos que estão muito abaixo também, que também podem

causar problemas. Então, o aquecimento global é algo que a gente consegue detectar agora com uma grande quantidade de dados.

23:49 Isso levou a gente a assumir o Acordo de Paris, assumir as nossas metas para tentar reduzir o aumento da temperatura. A gente não vai conseguir impedir o aumento mais desse nível, mas a gente poderia tentar reduzir. Esse gráfico mostra possíveis cenários: quanto que a gente deveria reduzir de gases de efeito estufa se a gente quisesse limitar o aumento da temperatura média do planeta em 1,5°C ou em 2°C.

24:14 Mas ao que parece, a gente está bem longe disso. Esse gráfico em vermelho mostra mais ou menos as tendências atuais que a gente tem hoje. Então a gente precisa avançar ainda na redução dos gases de efeito estufa para conseguir combater aqueles problemas que a gente acabou de ver.

24:37 E aí entra o papel talvez da computação. A computação pode ajudar a gente a tentar reduzir esses problemas ou estudar esses problemas, compreender melhor esses problemas. A gente tem a computação como solução com duas estratégias diferentes.

24:57 A primeira estratégia a gente chama de ICT for Green (TIC para o Verde), que é a transição ecológica por meio da transição digital. A computação para otimizar o uso de recursos nas atividades humanas. A gente pode utilizar a computação para tentar mudar a forma como a gente trabalha para reduzir os impactos.

25:15 Por exemplo, usar tecnologias de reunião por videoconferência ao invés de usar o presencial. Todos que estão acompanhando a gente agora remotamente evitaram de vir até aqui, e vir até aqui poderia ter causado emissões por causa do transporte escolhido. Tem vários outros exemplos, eu vou dar a pouco.

25:34 E a gente tenta reduzir os impactos da computação também com o que a gente chama de Green ICT (TIC Verde), que é a computação com menor uso de recursos disponível. Como a gente tenta otimizar a própria computação para fazer com que ela seja mais eficiente e use menos recursos? Então, eu consigo fazer a mesma coisa que conseguia fazer antigamente, há 10 anos atrás, com muito menos computadores, com muito menos processador, usando muito menos energia.

26:04 A computação como solução pros grandes problemas do planeta permite — é uma possível solução, é uma ferramenta pra gente estudar esses possíveis grandes problemas do planeta. Eu coloquei aqui o que se chama de Limites Planetários. Os grandes problemas que exigem que a gente ataque agora, porque eles representam limites seguros para as mudanças globais que as atividades humanas causam no planeta.

26:26 As mudanças climáticas, as mudanças na biosfera, o uso do solo, as mudanças no fluxo de águas, etc. Tudo isso a gente consegue utilizar a computação para poder entender e estudar melhor.

26:43 Da mesma forma que a gente faz, por exemplo, no projeto de pesquisa que eu participo, que é o Centro de Ciência para o Desenvolvimento para Cidades Carbono Neutro, a gente faz para cidades também. A gente tenta estudar formas de medir e mitigar as ilhas de calor. A gente estuda formas de otimizar o transporte público para reduzir as emissões de energia. A gente estuda modelos atmosféricos para entender melhor a dispersão de poluentes causados pelos meios de transporte, etc.

27:20 Então, a gente pode usar a computação para fazer simulações, para analisar dados, para estudar cenários em que a gente poderia melhorar esses problemas. Acontece que a computação virou um problema.

27:33 A computação é, primeiro, uma aceleradora de novos modos de consumo e uso. Por exemplo, há alguns anos atrás a gente não assistia, não usava streaming. Hoje em dia a gente tem acesso ao streaming, mas o streaming tem um custo. Quando a gente assiste um vídeo por streaming, a gente assiste esse vídeo que está sendo disponibilizado de um servidor usando vários recursos de redes de computação, cabos, roteadores, etc., para fazer com que isso chegue até nós. Esse tipo de consumo não tinha antes.

28:00 A gente tem publicidade direcionada por sistemas de recomendação. Hoje a computação ajuda os consumidores a gastarem mais, a comprarem mais. Isso tem um impacto ambiental importante também.

28:13 Um outro problema da computação, que eu vou discutir daqui a pouco, é a ilusão do desmaterializado. A gente não vê a computação como algo físico. "O digital não existe", e na verdade ele existe e tem um impacto importante.

28:32 Por exemplo, o que tem de comum nesses dispositivos? Tablets, celulares, relógios inteligentes, essa televisão que é uma televisão do tipo inteligente (smart), videogames, impressoras, o mecanismo de videoconferência que a gente está usando agora para transmitir essa reunião.

28:51 Todos esses dispositivos, que são de uso diário nosso, dependem de outros programas que rodam em computadores que não são os nossos. Esses computadores estão hospedados em algum lugar, em um outro computador que a gente chama de servidor. Eles estão hospedados em locais adaptados pra gente conseguir hospedar o máximo de servidores possíveis, que a gente chama de centro de processamento de dados ou *data centers*, em inglês.

29:25 Então, a computação está em todo lugar. Ela é parte da sociedade, ela é parte de praticamente todas as atividades que a gente faz hoje em dia. Ela é uma parte

essencial da infraestrutura da nossa sociedade. A gente precisa fornecer essa infraestrutura para poder manter aquilo que a gente faz hoje.

29:44 Desculpa, só voltar aqui na figura. Essa é uma foto de um data center, de uma plataforma de computação em nuvem. Esses data centers ocupam áreas enormes, ocupam áreas do tamanho de grandes hipermercados, de grandes indústrias. Então aqui é uma foto deles.

30:02 Esses data centers estão espalhados pelo mundo. Esse mapa mostra onde estão instalados data centers de uma única plataforma de computação em nuvem. A gente tem vários fornecedores de computação em nuvem, pequenos, médios, grandes. Essas são as localidades de um único grande. Então está espalhado pelo mundo inteiro.

30:22 E esses data centers têm uma quantidade muito grande de computadores. Nessa foto, vocês estão vendo que cada luzinha ali, cada "andar" daquelas enormes prateleiras, é um computador diferente. Estão todos aglomerados, um mais próximo possível do outro, para que a computação e a comunicação sejam mais eficientes possíveis.

30:41 E a gente está acostumado a assumir hoje em dia que a gente tem quantos computadores a gente precisar. Se eu quiser fornecer um serviço de computação, eu digo: "Olha, se eu precisar de computador, eu vou lá e alugo mais, porque eles estão lá à minha disposição". Esse é um tipo de pensamento perigoso, porque, de novo, esses computadores são entes físicos. Eles estão lá consumindo energia, produzindo calor, etc.

31:06 As novas aplicações de computação na sociedade estão fazendo com que a gente precise cada vez mais desses computadores. A gente precisa de cada vez mais data centers. A Agência Internacional de Energia estimou que os data centers usaram mais ou menos 460 TWh (terawatts-hora) de eletricidade no mundo inteiro.

31:23 Isso é equivalente a quase 2% de toda a demanda global de energia. A gente está falando que de toda a demanda de tudo que a gente usa de energia elétrica hoje em dia, 2% já vão só para data centers, para fornecer esses serviços que, na verdade, a maior parte da população não vê, mas usa.

31:49 As novas formas de utilizar a computação estão fazendo com que a gente precise de mais data centers ainda. Inteligência artificial e criptomoedas podem fazer com que a demanda de energia dobre em relação a esse número que eu acabei de dar de 2022.

32:02 A gente está falando que o consumo de energia em 4 anos vai dobrar, e a gente já estava usando 2% de toda a energia do mundo. Esse aumento equivale a adicionar um país no mundo, o consumo de energia de um país no mundo. Isso é muita coisa.

32:21 A computação, do mesmo jeito que ela pode mitigar esses efeitos do aquecimento global, começou a ser parte do problema. Se a gente considerar tudo que é computação, inclusive esses equipamentos do dia a dia que eu mencionei antes (tudo que a gente chama de tecnologias de informação e comunicação), há uma estimativa de que a gente use entre 5% e 6% de toda a energia do mundo.

32:42 Produzir essa energia faz com que isso seja equivalente a mais ou menos 1,7% a 4% das emissões globais de gases de efeito estufa. Numa análise de pior caso, a computação e tudo isso que a gente não vê sendo executado é responsável por 4% de todas as emissões de gases de efeito estufa do mundo.

33:09 Houve um aumento de 8,2% entre 2020 e 2022. E esse aumento continua por causa do gráfico que eu acabei de mostrar antes.

33:22 Só para efeito de comparação, a aviação, que normalmente é a indústria que a gente associa a algo poluente, contribuiu com 2% das emissões de CO₂ em 2022. Significa que a computação está chegando perto, e a gente tem uma tendência rápida de aumento.

33:41 Por que a IA usa tanta energia? Bom, a gente tem hoje em dia essas "IAs". Isso significa muitas coisas para muita gente. Até alguns anos atrás, IA estava relacionado com a nossa capacidade de prever dados futuros, fazer recomendações (por exemplo, em função do que um consumidor gostaria de comprar no futuro, em função das compras do passado).

34:07 Hoje em dia é muito mais do que isso. A gente tem esses modelos de linguagem, grandes modelos de linguagem (LLMs), que permitem a gente fazer consultas e interagir com o conhecimento compilado de alguma forma. O exemplo clássico é o ChatGPT, mas a gente tem vários outros exemplos: o Gemini, do Google; o Llama, que é aquela IA que roda dentro do WhatsApp, que praticamente todo mundo tem e usa.

34:38 Para poder fazer isso, para poder ter essa tecnologia, a gente precisa primeiro passar por uma etapa que a gente chama de treinamento desses LLMs. Significa pegar grandes quantidades de dados (mas grandes mesmo: todo o conhecimento que está armazenado na internet, todos os livros digitalizados, etc.) e criar, fazer um processamento que demora muitas horas e que utiliza muitos recursos computacionais. Por isso a necessidade de aumentar esses data centers. A gente precisa de muitos computadores equipados com muitas GPUs para poder fazer isso, para poder criar o modelo.

35:10 Eu tenho aqui alguns exemplos de consumo de energia estimados. A gente não tem os dados exatos porque essas empresas não divulgam. Obviamente a gente estima em função daquilo que a gente entende que é necessário para treinar esses modelos.

- 35:22 O GPT-3, que foi o primeiro modelo de LLM que ficou famoso, para ser treinado, consumiu algo que a gente estima entre 1,3 GWh.
- 35:37 O GPT-4 já aumentou para 50, 60 GWh. Eu coloquei aqui que isso é 1/10 do recorde de produção da usina nuclear de Angra 1. A gente está falando de consumo de energia que é da ordem de magnitude da produção de usinas nucleares.
- 35:51 O GPT-5 passou para 100 GWh.
- 35:58 O Grok-4, que é o modelo que a gente usa integrado ao X (antigo Twitter), estima-se que consumiu 310 GWh.

36:10 E eu estou falando aqui só dos modelos que a gente conhece. Pra gente chegar nesses modelos, a gente teve que fazer vários outros experimentos e testar outros. E existem muitos outros modelos sendo desenvolvidos, modelos específicos para cada área, modelos específicos para línguas diferentes (como a gente tem modelos de LLM sendo treinados para línguas indígenas, para português, para as línguas da América Latina). É uma corrida para treinar esses modelos, que significa que tem muita gente, tanto da academia quanto das empresas, treinando esses modelos que consomem toda essa energia.

36:49 Mas não é só treinar o modelo. A gente precisa usar o modelo. É o que a gente chama de inferência, que é fazer as consultas ao modelo. Quando você pergunta alguma coisa ao ChatGPT, você pega o modelo que já foi treinado uma única vez e faz consultas. A inferência também tem um custo em termos de energia, e tem que ser cada vez maior, porque cada vez mais gente usa esses modelos.

37:06 Estimava-se que o GPT-3 usava 564 MWh por dia. Isso é muito menor do que 1,3 GWh que a gente usou para treinar, mas a gente faz isso por dia, muitas vezes.

37:19 O Google estimou que, entre 2019 e 2021, 60% do consumo de energia do Google inteiro foi inferência de IA.

37:33 Um dado mais recente da UNESCO e da University College London estima que 1 bilhão de consultas ao ChatGPT foram feitas, onde cada consulta gastou 0,34 Wh. Isso é equivalente a 310 GWh por ano, que é o consumo de 3 milhões de pessoas de um país da África (como a Etiópia). Isso é enorme, é muita energia que está sendo gasta, e a gente está cada vez usando mais.

37:54 Esse gráfico mostra... a gente pode olhar só o primeiro e o último elemento. A primeira coluna ali mostra a quantidade de energia que eu gasto para fazer uma consulta tradicional ao Google, aquela que a gente fazia antigamente. O último é a quantidade de energia estimada que eu gasto para fazer uma consulta ao Google onde a primeira parte da resposta foi gerada por IA, que é hoje a opção padrão do Google. Ele mostra primeiro a resposta para você e depois mostra as páginas onde você pode consultar aquela informação. É muito mais.

38:26 Em 2024, o Google respondeu a 5 trilhões de buscas. Significa que, mesmo que a inferência seja pouca, a gente está fazendo muito e gastando muita, muita energia. A tendência, obviamente, é de aumento. O Fórum Econômico Mundial diz que o consumo de energia de IA dobra a cada 100 dias. Isso é enorme.

38:46 Os grandes provedores de computação em nuvem estão revendo as metas de neutralidade de carbono. Todas têm metas, como a nossa cidade tem, de se tornarem plataformas de computação em carbono zero. Elas tiveram que rever essas metas porque viram que não vão conseguir cumprir por conta do aumento da demanda.

39:05 E, para piorar, os LLMs viraram os novos buscadores. Tem gente que não faz mais busca no Google, que pergunta diretamente ao ChatGPT aquela informação que está procurando. Isso aumenta enormemente o consumo de energia.

39:16 Mas não é só a energia que a gente precisa. A energia está associada com os computadores que eu preciso executar, mas também é bastante importante, com a redução da temperatura daqueles data centers. Vocês já devem ter percebido: se vocês estão usando um computador que está fazendo um monte de coisa, um notebook, por exemplo, no colo de vocês, ele esquenta. Imagina uma área equivalente a um hipermercado cheio de computadores dentro. Esquenta muito. A gente precisa diminuir essa temperatura, e o consumo de energia para diminuir essa temperatura e para rodar a computação que a gente precisa rodar nesses computadores é enorme.

39:58 Para poder fazer isso de uma forma mais eficiente, a gente tem procurado novas tecnologias que ajudem a diminuir o consumo de energia. Uma delas é usar a água para ajudar o resfriamento. Com essa tendência de aumento, o uso da água agora virou um problema também. O Google disse recentemente que cada consulta ao Gemini gasta cinco gotas de água por consulta.

40:25 Em cada consulta, eu tenho mais ou menos o equivalente a cinco gotas de água que se evaporam para resfriar os computadores. Cinco gotas de água por consulta parece pouco, mas quando a gente lembra que eles respondem a trilhões de consultas por ano, isso é enorme. Data centers médios podem usar algo entre 2 milhões de litros por dia para resfriamento, enquanto os maiores podem chegar a 11, 20 milhões de litros diários. Isso pode causar estresse hídrico nos locais onde eles estão instalados. É um grande problema hoje em dia.

40:56 Os impactos ambientais dos data centers vão além da energia também. Se a gente usa o Greenhouse Gas Protocol, que é o protocolo para entender as emissões relacionadas a alguma atividade, a gente tem:

- 41:07 Emissões diretas de gases de efeito estufa: por exemplo, se eu tenho um gerador que eu preciso acionar e ele é movido a diesel, estou emitindo diretamente gases de efeito estufa.

- 41:19 Emissões indiretas de gases de efeito estufa por conta da eletricidade. Produzir eletricidade tem gastos, vou mostrar daqui a pouco.
- 41:32 Outras emissões indiretas: por exemplo, quando eu compro um computador, para manufaturar aquele computador, eu tive emissões também que a gente deveria contar.

41:45 A gente tenta melhorar um pouco com o uso de energia renovável, mas nem sempre é suficiente. A figura da direita mostra a intensidade de carbono para a produção de energia em locais diferentes do mundo. A gente vê que essa produção é diferente. O efeito da IA depende da localidade de onde o data center está.

42:03 Para eu poder entender: tem cidades que a energia é produzida a partir de matrizes energéticas que são muito mais poluentes, como no exemplo de Joanesburgo e Pequim. E outras cidades, onde a matriz energética é muito mais limpa, como São Paulo e Paris no meu exemplo. Significa que instalar um data center ou utilizar a eletricidade em regiões mais limpas é melhor. É por isso o interesse na instalação de data centers aqui no Brasil, porque a nossa matriz energética é limpa, e no Nordeste a gente tem muita produção de energia renovável.

42:36 A gente deveria pensar seriamente em como utilizar isso, mas de uma forma racional. Claro, a gente também tem capacidades diferentes de produção de energia renovável, que é o que estou mostrando aqui no gráfico da direita, que variam ao longo do tempo. Às vezes, eu tenho energia renovável em uma região do planeta porque agora no hemisfério sul é verão, e menos energia renovável no norte. A gente pode usar isso também a nosso favor na hora de pensar nesses data centers.

43:07 Os data centers se tornaram um problema pros cidadãos das cidades também. Isso pode ser um problema. Primeiro, porque data centers causam um aumento no custo por conta da infraestrutura de energia. Tem um aumento nas contas de luz e um estresse na rede local, que é importante.

43:26 A gente tem um caso típico que é o da Irlanda. Por motivos fiscais, muitos data centers se instalaram na Irlanda, e isso causou uma sobrecarga na rede elétrica, chegando a consumir até 22% da eletricidade nacional. Isso causou instabilidades na rede elétrica pros cidadãos, causou aumento da conta de energia. Foi um grande problema, e eles estão agora limitando e impedindo a construção de novos data centers. Os data centers podem ser um problema se forem instalados sem uma análise correta.

43:57 O recurso hídrico, né? O esgotamento do abastecimento de água de comunidades que já têm restrições por conta de períodos de estiagem, por exemplo. A gente tem um exemplo que ficou famoso na mídia no Ceará, que recebeu outorga para usar uma certa quantidade de litros por dia, que foi baseada só em

autodeclaração de suficiência hídrica. Depois se percebeu que não era suficiente e começou a causar problema naquela região.

44:29 A gente tem a mesma coisa aqui mais perto: Vinhedo, Hortolândia. A gente tem muitos data centers nessas regiões próximas, e também são regiões que têm o problema de abastecimento que a gente vive aqui em São Paulo.

44:41 Tem o problema do uso do solo, tem o problema da poluição física causada pelo trânsito das obras de construção, a poluição da construção, a poluição do ar causada pela operação de geradores a diesel, que às vezes são necessários. Tudo isso precisa ser considerado na hora de pensar o impacto da construção de um data center em uma cidade.

44:54 Agora, claro que os data centers também trazem benefícios. Algumas cidades têm tentado transformar esse lixo térmico (esse aquecimento extra) em aquecimento pra população. Isso é particularmente importante pros países do hemisfério norte, onde o inverno é rigoroso.

45:12 Os data centers promovem melhorias de infraestrutura local: água, energia e internet. A gente usa vários serviços que dependem desses data centers. Se esses serviços forem oferecidos por um data center que está próximo da gente, o serviço vai ser oferecido de melhor qualidade, de uma forma melhor pra gente.

45:29 A geração de empregos e capacitação de pessoas: data centers são bastante criticados porque eles geram poucos empregos, mas para cada emprego gerado, têm cinco empregos indiretos que são gerados. Os data centers investem em capacitação e na economia local. Tem um estudo interessante do Google sobre isso. No fundo, construção de data centers também é um investimento em infraestrutura para a indústria brasileira de computação. A gente precisa deles. Às vezes a gente precisa fazer isso de uma forma racional.

46:01 Só para terminar, já devo ter me alongado enormemente, já peço desculpas por isso (não estou nem olhando o tempo). O digital está em todos os lugares. A gente usa o tempo inteiro esses computadores que a gente desconhece que eles existem. A gente está sendo invadido por objetos conectados em quantidades que crescem rapidamente.

46:20 O custo em emissões de carbono da tecnologia digital não é evidente e muitas vezes é escondido em outros setores. É difícil, às vezes, a gente conseguir separar. Por exemplo, se eu pego o meu Bilhete Único e recarrego pela internet, isso é custo de transporte ou é custo de data center qualquer? É difícil você conseguir fazer essa distinção.

46:39 A gente tem o problema do efeito rebote, também chamado de Paradoxo de Jevons. A introdução de tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético...

Uma nova tecnologia que é mais eficiente pode, no conjunto, aumentar o consumo total de energia. Porque eu chego e falo: "Ah, olha, eu consegui reduzir em 70% o consumo de energia de algo do meu LLM, por exemplo. E agora, antes uma pessoa só conseguia usar, agora 10 pessoas conseguem usar essa tecnologia porque ela consome menos." Então, no final, eu tenho um aumento no consumo de energia total.

47:11 Mas o mais importante é pensar que o digital não é virtual. Todas as coisas que a gente faz com computação exigem máquinas, exigem espaço, exigem eletricidade, exigem água. Tudo isso tem um custo ambiental que precisa ser avaliado racionalmente antes da gente usar.

47:32 Mas é claro que a gente pode fazer bom uso disso. O senhor secretário brincou agora há pouco se a gente está usando IA para curar o câncer. E a gente sabe que a gente usa IA para curar o câncer, mas a gente usa IA também para gerar meme de gatinho na internet. A gente tem que pensar: que usos de IA a gente gostaria de fazer?

47:50 Isso deve ser feito de forma segura, deve ajudar a gente a acelerar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, deve ser feito de forma equitativa, acessível, ética e transparente, com todas essas preocupações que a gente acabou de falar.

48:08 Só para informar vocês, na Universidade de São Paulo a gente tem vários projetos de pesquisa que tratam de computação, tanto a computação pro meio ambiente quanto melhorar a própria computação. Vou citar aqui:

- 48:21 O Centro de Ciência para o Desenvolvimento Cidades Carbono Neutro, financiado pela FAPESP.
- 48:27 Um outro projeto financiado pela FAPESP chamado EcoSustain, que é ciência de dados e computação pro meio ambiente.
- 48:35 A gente tem um projeto financiado pelo CNRS da França chamado Sustainable Megalopolis Forums, que também pensa em como a gente melhorar aspectos de cidades com simulações.
- 48:47 Eu faço parte também de um projeto chamado SoCloud, que é para repensar como é que a gente faz esses data centers serem menores, mais eficientes e ter um impacto reduzido.

48:53 É isso. Muito obrigado.

49:06

Luciana Feldman: Não sei se vocês preferem fazer perguntas. Eu passo a apresentação pra professora. Acho que é melhor passar os dois, né?

49:12 Professor Daniel Cordeiro: É.

49:36

Professora Ana Maria de Oliveira Nusdeo (USP): Bom dia a todos. Também agradeço imensamente o convite do secretário Renato Nalini e a presença de todos por essa oportunidade.

49:56 Espero fazer uma fala bem complementar à do professor Daniel Cordeiro. Nós inclusive nos comunicamos ontem sobre o conteúdo das nossas palestras para que houvesse essa complementaridade. E como eu sou professora da Faculdade de Direito, meu foco vai ser na regulamentação do tema e como isso vem acontecendo.

50:15 Um primeiro contexto, até para falar um pouco da relação entre direito e inteligência artificial, é o fato de que a inteligência artificial traz uma série de problemas. Hoje o nosso foco é o problema ambiental, mas ela tem uma série de outros problemas que demandam uma regulamentação jurídica.

50:45 O Brasil ainda está trabalhando nisso, tem um projeto de lei que já vem sendo bem debatido (depois eu vou me referir a ele), mas que ainda não trata da questão ambiental, e sim de outros riscos relacionados à inteligência artificial.

50:59 Um dos problemas que hoje está em voga é o dos direitos autorais. Tanto que tem uma briga dos jornais, ações judiciais nos Estados Unidos, porque a inteligência artificial, nesse processo de *machine learning*, é "gulosa", voraz no consumo de dados.

51:19 Ela busca conteúdos que estão nos jornais, em livros publicados, e mistura tudo aquilo. Aí vem a discussão: "Eu não estou usando a ideia daquele autor, o produto da inteligência artificial não é identificável como hoje nós identificaríamos um plágio no sentido tradicional, mas a máquina se alimenta desse conteúdo." Então tem um problema a ser resolvido pelo direito: como é que ficam os direitos autorais no campo da inteligência artificial? Esse é um deles.

51:57 O outro é a questão da privacidade. Esses dados ficam armazenados. Quem tem acesso, quem não tem, como pode usar, o governo pede? Enfim, várias questões nesse sentido.

52:09 A confiabilidade: quando a inteligência artificial, no aprendizado das máquinas, busca todos esses dados, às vezes tem dados eventualmente falsos, não confiáveis. Por exemplo, um artigo científico que não foi revisado, que depois foi superado, e talvez a máquina traga informações que não são as melhores. Não necessariamente falsas, mas às vezes desatualizadas.

52:35 E os vieses. Os vieses são uma loucura. Possivelmente a máquina vai aprendendo e tendo acesso a dados que trazem algum componente de preconceitos de modo geral. Às vezes, por exemplo, até para conceder crédito: que tipo de dados ela analisa de inadimplência daquele consumidor específico? Algum dado que poderia ser privado.

53:07 Tem uma série de questões, até porque tem vieses de gênero, raça, que acabam aparecendo e, se não forem bem analisados os algoritmos, levam a problemas. Tem uma série de problemas jurídicos e desafios jurídicos dos impactos ambientais, que é o nosso foco.

53:35 Eu pensei em abordar aqui, partindo dos impactos (que já foram muito bem tratados pelo professor Daniel Cordeiro), para apresentar alguns instrumentos jurídicos que poderiam ser utilizados para lidar com esses impactos. E, finalmente, a título de conclusão, pensar um pouco a relação dos municípios e os data centers sobre esse ponto de vista também da competência do município para disciplinar a instalação dos data centers.

54:09 Quanto aos impactos, não precisamos mais falar da questão do consumo de energia, que gera poluição se não for uma energia limpa, e as emissões. O consumo de água já foi bem tratado, com o caso do Ceará.

54:26 Tem a questão do descarte dos resíduos eletrônicos. Hoje, diferentemente da prepotência da máquina das redes sociais, que o secretário comentou (as máquinas podem durar eternamente), não é o que acontece. Tem uma geração de lixo eletrônico muito grande. Como gerir esses resíduos? Muitas vezes esses resíduos têm baterias, componentes químicos que são poluentes.

54:59 Podemos lembrar também a mineração. Outro assunto que está na ordem do dia nos jornais é a discussão dos minerais críticos (ou terras raras), que justificam inclusive parte das ações do presidente norte-americano Donald Trump atualmente. Ele quer ter acesso a esses minerais críticos, que são recursos naturais utilizados na construção de baterias para energia solar e eólica, por exemplo, mas também para a produção desses equipamentos que são muito necessários nessa computação de alto desempenho.

55:43 A construção e o uso intensivo e crescente da inteligência artificial também vão demandar mais atividade minerária, que é uma atividade impactante. Então, tem todas essas questões.

55:54 A pergunta é: é possível, além do fato de que a inteligência artificial pode ser usada para melhorar questões ambientais (o professor Daniel mencionou uma série de pesquisas para tornar as cidades mais eficientes, o uso da inteligência artificial para essa finalidade; tem também uma fundação muito importante, o Fundo para a Biodiversidade, uma fundação privada com participação do setor público no seu

conselho, que está financiando um super sistema de controle do desmatamento da Amazônia que utiliza inteligência artificial). Tem todos esses usos. Mas aqui a ideia da Green AI, a inteligência artificial verde, seria a ideia de tornar a inteligência artificial mais sustentável, exatamente por meio dessa gestão hídrica, gestão de energia, descarte de resíduos que seja mais sustentável.

57:00 Instrumentos Jurídicos

Os instrumentos jurídicos que nós temos para esse fim, a grosso modo, consistem na regulamentação. Pode existir uma regulamentação a respeito de vários aspectos dos data centers, como o próprio uso de energia, as fontes que são utilizadas, o limite possível, a eficiência no uso da água e a obrigatoriedade de fornecer informações.

57:36 A certificação é um possível instrumento também. É um instrumento em geral que é mais *soft*, que nem sempre é mandatório, às vezes pode ser.

57:51 Nós temos a figura do licenciamento ambiental, que é um dos principais instrumentos do direito ambiental. Como devem saber, o licenciamento ambiental é um tipo de autorização prévia dado pelos órgãos ambientais para instalação de obra ou atividade de maior impacto. Portanto, os data centers demandam uma licença ambiental e podem se criar incentivos atrelados a um melhor desempenho ambiental.

58:22 Regulamentação e Certificação

Vamos passar por alguns desses. No caso da regulamentação e da certificação, os modelos que nós temos aí em outras legislações e que aqui no Brasil estão espelhadas em projetos de lei, até o presente momento, se voltam a aspectos como:

- 58:48 Exigência de porcentagem de energia renovável e neutralidade de carbono. Algumas normas exigem que os data centers utilizem uma porcentagem de energia renovável.
- 59:15 Exigência de índices de eficiência energética. A própria norma pode adotar um determinado índice de eficiência energética ou remeter a um regulamento. Em geral, a gente tem uma lei que é um pouco mais geral, e alguns elementos mais específicos são objeto de um regulamento, que é um decreto, eventualmente até uma norma emitida por um órgão público (por exemplo, Agência Nacional de Energia Elétrica ou pelo CONAMA, se for uma questão especificamente ambiental). Exigências de eficiência energética, conforme índices específicos muitas vezes adotados nesses regulamentos.
- 1:00:06 Eficiência hídrica também.

Alguns exemplos:

- 1:00:14 PL 3018/2024, do senador Styvenson Valentim (RN). Esse é um projeto muito curto e trata ainda de uma maneira genérica o tema da eficiência energética e da sustentabilidade. Prevê que os data centers devem garantir... devem ser estabelecidas medidas para garantir eficiência energética dos data centers e a sustentabilidade ambiental. Devem ser implementadas tecnologias de eficiência energética e a otimização do uso do hardware (algo que o professor Daniel também comentou, há todo um avanço na ciência da computação buscando a maior eficiência dos hardwares).
- 1:01:18 PL 2080/2025, da deputada Duda Salabert (PDT-MG). Esse projeto já tem uma extensão maior, é mais detalhado, e trata mais longamente da sustentabilidade. Está no próprio título do projeto: estabelece uma Política Nacional de Eficiência Energética e Sustentabilidade Socioambiental para Data Centers. Traz regras de informação, a obrigatoriedade dos data centers informarem seu gasto energético.

1:02:01 Isso é algo importante, porque no direito ambiental nós temos muito apreço pelo chamado princípio da informação. A informação ambiental é um mecanismo que estimula as empresas, os agentes econômicos, a buscarem os melhores índices e, portanto, um desempenho ambiental melhor. O projeto também estabelece regras de eficiência energética e hídrica, e a necessidade de se estabelecer mecanismos de logística reversa pro descarte dos equipamentos (aqueles equipamentos, no fim da sua vida útil, devem retornar ao fabricante ou comerciante que o vendeu). Prevê a figura de um selo verde que seria dado para estabelecimentos que vão além da legislação. É um exemplo de uma medida de certificação.

1:03:25 O que são medidas de certificação? Normalmente, uma certificadora estabelece critérios que, uma vez atingidos por uma empresa ou agente econômico (aqui no caso, pelos data centers), faz com que eles obtenham esse selo. Existem certificações privadas (como as ISO), e existem certificações governamentais, que são os selos frequentemente.

1:04:26 O PL 2338 (que eu falei que mencionaria) é justamente o PL que trata daqueles outros aspectos importantes da inteligência artificial que eu mencionei: vieses, algoritmos, privacidade, etc. É curioso, não diria interessante, porque é até desinteressante, não é um aspecto positivo: ele não faz referência a aspectos ambientais. É um projeto que desconhece, se concentra muito nos outros problemas da inteligência artificial e menos no aspecto ambiental.

1:05:04 Licenciamento Ambiental

Acho que uma das "vedetes" aqui... talvez seja difícil dizer qual é o instrumento mais importante, porque a regulamentação com exigências é extremamente importante, mas o licenciamento ambiental é um instrumento importantíssimo das políticas

ambientais, porque justamente permite uma apreciação prévia dos projetos antes deles serem implantados.

1:05:44 Atualmente, nós vivemos uma transição legislativa, poderia dizer até uma transição paradigmática no licenciamento. Há muitos anos se debatia a edição de uma lei sobre o licenciamento ambiental. Essa lei veio a ser aprovada no ano passado, a Lei 15.190.

1:06:08 É uma lei que restringe o escopo do licenciamento ambiental com relação ao que foi construído nas décadas anteriores. É um momento no qual o interesse ambiental, apesar da importância das crises ambientais que nós vivemos, tem sido alvo de uma diminuição do seu escopo na legislatura, no Congresso Nacional. Essa lei foi aprovada, tem uma certa redução do escopo do licenciamento. O tema do data center não necessariamente vai ser objeto dessa diminuição do escopo, embora possa ser. Vou tentar explicar um pouquinho isso para vocês, de acordo com a legislação.

1:06:59 E não apenas essa lei, a gente falaria até da LC 140, que é a lei complementar que disciplina a competência entre os entes federativos pro licenciamento ambiental. O Brasil é uma República Federativa, com distribuição de competências entre a União, os estados e, no caso brasileiro, com muita atribuição de competência aos municípios (o que inclusive explica estarmos aqui hoje). O município tem uma gama de atribuições muito grande de acordo com a nossa constituição.

1:07:55 O licenciamento ambiental pode ser realizado no âmbito federal (pelos órgãos federais), no âmbito estadual ou no municipal. A maior parte das atividades industriais e de infraestrutura são licenciadas no âmbito do estado.

1:08:17 Mas os municípios, sobretudo aqueles como São Paulo, que têm órgãos ambientais constituídos, com técnicos para analisar os processos de licenciamento ambiental, podem licenciar os empreendimentos considerados de impacto local, de acordo com uma norma estadual. No nosso estado de São Paulo, é a Deliberação CONSEMA 1 de 2024. Essa deliberação estabelece uma tipologia de atividades consideradas de impacto local a partir de uma conjunção de três critérios:

1:09:04 1. A atividade em si. Nós sabemos que algumas atividades são muito poluentes (por exemplo, uma petroquímica). Evidentemente, atividades que já são consideradas de forte caráter poluidor não vão ter um impacto só local, vão ter um impacto regional, já estão fora do licenciamento municipal. 1:09:26 2. O porte. Eventualmente, algumas indústrias, a partir de um determinado tamanho, são licenciadas pelo estado, mas se menores do que aquelas dimensões, são licenciadas pelo município. 1:09:40 3. O potencial poluidor.

Os municípios eventualmente podem vir a licenciar um data center se ele não for de uma magnitude muito grande. Pela regra geral, o que tem acontecido é o licenciamento pelo estado. Tanto que agora eu coloquei aí a foto do TikTok.

1:10:04 O TikTok está construindo um data center em Caucaia, no Ceará. Quando o professor Daniel deu aquele exemplo da autodeclaração de suficiência hídrica e se referiu a Caucaia, muito provavelmente estava se falando do data center do TikTok que está sendo construído lá. Houve um processo de licenciamento ambiental pelo órgão estadual, pela secretaria estadual.

1:10:36 Só que, por ser uma atividade nova, ela não compõe ainda as chamadas tipologias. Agora, de acordo com essa lei nova (15.190), a União, os Estados e os municípios, cada qual vai definir suas tipologias, onde vai se estabelecer se a atividade exige ou não licenciamento ambiental. Para as que exigirem, também vai se definir se esse licenciamento vai ser mais complexo.

1:11:17 O modelo tradicional de licenciamento é um modelo com três licenças: prévia, de instalação e de operação. Algumas atividades vão passar por esse licenciamento mais completo, chamado de trifásico. Outras vão ser, de acordo com a legislação dos estados ou municípios, submetidas a um processo simplificado.

1:11:46 Como os data centers são uma atividade nova, poucas leis se referem ao licenciamento de data centers nas suas tipologias. Nós temos aí um desafio, porque cada estado pode começar a entender de um jeito. Alguns estados, eventualmente mais preocupados com a questão ambiental, podem determinar um licenciamento mais completo. Mas o estado do Ceará estabeleceu um procedimento simplificado pro data center. Agora nós sabemos o impacto hídrico que tem, já foi bem discutido. Teve um procedimento simplificado.

1:12:29 O que acontece? Existe aquela ilusão de que um procedimento simplificado vai ser mais rápido, mas aí vem a judicialização. O Ministério Público já fez um parecer, ainda não é uma ação contra esse licenciamento, mas o Ministério Público já contestou alguns elementos relacionados ao licenciamento do data center do TikTok. Isso mostra como é que está sendo.

1:12:54 Nós estamos numa transição legislativa, porque os diferentes âmbitos (estados e municípios, quando licenciam) vão estabelecer suas tipologias, quais atividades se enquadram. Foi muito criticado o fato de não ter uma tipologia federal que estabelecesse uma regra mínima. Então vai ter todo esse processo dos estados definindo suas tipologias, e o data center, por cima, é uma atividade nova. Ainda reina uma falta de previsibilidade grande com relação a esse licenciamento.

1:13:32 Instrumentos de Incentivo

Os incentivos são uma forma da legislação criar incentivos para que as empresas adotem um bom desempenho ambiental. Aqui no caso, também se fala nessa ideia, na medida que os data centers são desejados, são necessários nesse processo de economia digital (queramos ou não, a demanda pelo processamento de dados avança). Eles precisam ter o melhor desempenho ambiental possível. Isso pode ser

feito tanto por meio de regras mais rígidas, mas também de alguns incentivos. O próprio selo verde está um pouco nessa fronteira dos incentivos.

1:14:46 O que nós estamos vendo (e foi interessante que eu ontem tratei de uma medida provisória que estabelecia o REDATA, o Regime Especial de Tributação para Serviços de Data Center) é que, hoje revendo a apresentação, eu quis buscar se tinha alguma imagem do REDATA. Para minha surpresa, eu descobri que durante essa madrugada foi aprovado na Câmara o PL 276/2026. Ainda vai pro Senado, então ainda não é uma lei, mas já avançou nesse tema.

1:15:29 O governo federal tem um regime de incentivos fiscais que chama PRODATA. Agora esse projeto de lei altera esse regime, estabelecendo isenções tributárias pros data centers. O viés da minha apresentação é a questão ambiental. Não é que esse projeto de lei tenha como finalidade principal incentivos fiscais para os data centers que tenham melhor desempenho ambiental. O objetivo é estabelecer incentivos fiscais para atrair data centers.

1:16:10 O governo federal, dentro dessa ideia (não temos muito tempo de entrar nisso) de soberania digital — ter os dados importantes armazenados no território nacional, ter, como o professor Daniel falou, para o desenvolvimento da computação, de uma indústria tecnológica — é importante ter data centers no Brasil. Para estimular o investimento em data centers, foi aprovada essa isenção fiscal que consiste na suspensão por 5 anos do II (Imposto de Importação), do PIS/COFINS e do IPI na aquisição de equipamentos de tecnologia da informação utilizados para construir data centers.

1:16:54 No caso do IPI, essa suspensão se dá apenas no caso de produtos de tecnologia, de equipamentos adquiridos da Zona Franca de Manaus. Enfim, tem um pouco esse debate também de incentivar a indústria nacional, que acho que se percebe aí.

1:17:21 Há uma condição: tem requisitos ambientais para que as empresas, os data centers, possam usufruir desses benefícios fiscais, dessa suspensão. Eles precisam ter alguns desses requisitos que são relacionados à questão ambiental.

- 1:17:34 Os data centers vão ter que adotar critérios e índices de sustentabilidade que vão ser definidos num regulamento (ainda não está definido).
- 1:17:48 Eles têm que ter um nível de eficiência no uso de recursos hídricos. Esse já está definido: a eficiência tem que ser de 0,0 L/kWh.
- 1:17:59 E eles precisam usar fontes limpas ou renováveis. Eu coloquei entre parênteses que podemos pensar qual a diferença de fonte limpa e renovável. As renováveis são energia solar, eólica, etc., todas aquelas que se renovam. O

que poderia ser uma limpa não renovável? Não sei se a nuclear vai entrar nesse conceito, possivelmente vai ficar pros desdobramentos.

1:18:27 Nós temos esses requisitos. Tem sempre um debate, porque o professor Daniel falou no imenso uso de energia. A conta não fecha necessariamente só quando se estabelecem esses requisitos, porque a produção energética é muito complexa, inclusive ela é objeto de planejamento. Não é um mercado 100% livre, é um mercado regulamentado.

1:18:54 Existe a Empresa de Planejamento Energético, e a produção para o fornecimento como serviço público é objeto de leilões, de compra. Tem todo um planejamento do governo para comprar energia e, portanto, fomentar a produção a partir das necessidades, a partir de uma demanda projetada. Quando se fala que os data centers vão adquirir energia renovável, hidráulica, eventualmente pode acontecer o seguinte: os data centers usam energia renovável, mas será que, quando falta energia, nós estamos usando mais energia termoelétrica? Porque as fontes renováveis, principalmente a hidráulica, não estão dando conta, considerando já as mudanças climáticas (chove menos de um lado) e o aumento da demanda normal, sem pensar mesmo nos data centers.

1:19:54 Tem toda essa questão. Ainda que os data centers usem energia renovável, precisa ver se no cômputo geral da sociedade eles não estão tirando essa energia renovável do fornecimento que depois vai precisar ser suprido por energia térmica. Claro, eu como alguém da área do direito não teria essa resposta, porque tem também toda a discussão da autoprodução: os próprios data centers vão poder produzir essa energia, por exemplo, solar. Mas toda essa grande demanda leva muitas inquietações.

1:20:26 Conclusão: O Papel do Município

Já a título de conclusão, já que nós estamos no comitê municipal, pensar de que maneira o município pode atuar nesse tema.

1:20:40 Eventualmente, o município pode vir a licenciar. Eu não sei nem, me falta até o conhecimento técnico, professor Daniel, se teria um data center efetivamente de pequeno porte que pudesse caber num licenciamento municipal. Mas se for o caso, o município pode ser um licenciador e aí pensar como regulamentar, quais vão ser os requisitos, os elementos necessários para uma licença ambiental para um data center, se vier o caso.

1:21:13 Essa lei 15.190, que trata do licenciamento ambiental, previu (foi um ponto elogiado entre tantos criticados da lei) que ela ampliou as possibilidades de participação no licenciamento, se inclui consultas e reuniões participativas. Seria importante, eventualmente, o município, num licenciamento ambiental municipal, que se fosse inserido.

1:21:40 Também no âmbito do licenciamento estadual, o município tem a oportunidade de mandar um parecer, de se manifestar no licenciamento estadual.

1:21:53 Mas o município também tem a competência para disciplinar o solo na cidade. Essa disciplina do solo pode envolver eventualmente proibições de data centers em determinadas áreas ou estabelecimento de áreas que sejam mais adequadas. Pensando um pouco até a questão da disputa do espaço: vai colocar um data center numa área que a princípio já tem uma conservação ambiental ou poderia ser utilizada para conservação ambiental porque tem vegetação? Isso não seria conveniente.

1:22:24 E no caso de data centers estabelecidos no município, estabelecer alguma espécie de selo também municipal conforme alguns índices?

1:22:30 Bom, eu agradeço muito a atenção. Sempre falamos um pouquinho mais do que o tempo a princípio estabelecido. Fico à disposição.

1:22:45

Renato Nalini: Obrigada. Muito bom, viu? Olha, foram duas apresentações excelentes.

1:22:57 Eu tô cheio de questões, que na verdade não acho que devam ser respondidas, mas a gente precisa refletir. A senhora citou duas vezes aí o 1590... é o PL da devastação, né? Foi produzido pelo Agro, o negócio para acabar com o ambiente, com a proteção ecológica. Ou seja, reflexo do Agente Laranja, que deflagrou essa onda de negacionismo. Então, todos aqueles que já eram céticos, que não acreditam em aquecimento global e divulgam a terra, o terraplanismo, o problema, o perigo das vacinas... Embarcou-se nisso. Hoje nós temos uma porteira aberta.

1:23:59 Esses dias, um colega de vocês (tô esquecendo o nome dele) publicou no Jornal da USP um artigo falando: "Não há soberania nacional sem soberania digital". E ele comentava o custo dos royalties, das licenças que o Brasil paga para obter o funcionamento de tudo isso que nós usamos. E pior que isso, o SUS transferiu todas as suas informações para a Amazon. Então, o controle dessas informações de, em tese, 212 milhões de brasileiros, estão à disposição dos norte-americanos.

1:24:51 Quando ele fala de soberania nacional e soberania digital, eu há tempos tenho dito que aquelas aulas que eu tive com o professor Dalmo (soberania, poder incontestável, absoluto) não existe mais, porque as *big techs* têm orçamentos muito maiores do que inúmeras nações. Então, são elas que comandam. Hoje elas estão dentro do gabinete do Agente Laranja impondo a vontade deles. E nós aqui, sempre subservientes.

1:25:30 Nós temos um parlamento que nem sempre contempla as necessidades brasileiras. Veja o tempo que demorou para ver uma legislação em relação ao crédito de carbono. O mundo inteiro dizendo que tem trilhões para aplicar no Brasil, quando ele era potência verde (antes de ser par ambiental). Nós demoramos para a legislação. Agora, pra regulamentação, dizem que só sairá em 2030. Veja nosso atraso.

1:26:07 É muito interessante a gente pelo menos confiar que a ciência não estaciona. Aquela sugestão de alguns CEOs das *big techs* de fazer um hiato de 6 meses em relação... lembra do ano passado ou 2024? "Vamos parar porque a coisa tá adquirindo uma proporção que nós não sabemos onde vamos parar." Não vingou, até porque qualquer laboratório, qualquer pesquisador está fazendo uma pesquisa ali, é incontrollável.

1:26:49 Eu vi que o Elon Musk prometeu que vai lançar satélites para fazer um data center que não vai precisar de água, não vai precisar da nossa energia. Eu tô acreditando, como meu querido professor Zé Goldemberg, que isso está na fase do delírio, mas de repente pode sair.

1:27:15 Eu queria que a gente pensasse nessas coisas e também na questão da imprevidência, da insensatez do governo federal, que incentivou investimentos em energia eólica, em energia solar. E hoje essa energia é desperdiçada. Os que produzem não conseguem entregar porque não há nenhum controle, nenhuma garantia de que a energia limpa produzida possa realmente ser utilizada por causa das concessionárias, pela ANEEL, que protege esses contratos em detrimento da energia limpa e que continua fazendo o suprimento com energia térmica, com até uso de carvão ainda. Não sei se não são questões, mas são temas pra gente refletir.

1:28:27 Eu também ri aí. A deputada Duda Salabert é uma transexual que foi proibida de entrar nos Estados Unidos depois da posse do Agente Laranja. E ela esteve em Baku, muito combativa. É uma mulher trans que enfrenta questões muito interessantes. Conversava com a Luciana, ela ficou muito amiga de um assessor nosso que foi lá para assessor da Secretaria de Relações Internacionais, o Tito, e ele acompanha tudo o que ela faz e às vezes me manda. Ela é lutadora, tal. Deve ser um bom projeto esse dela. Mas o parlamento nosso falha, é um parlamento mais parlamentar do que parlamentar.

1:29:35

Luciana Feldman: Querem comentar? Então podemos pegar mais. Inclusive mais. Tá bom. Vamos começar aqui.

1:29:49 Participante não identificado: Bom dia. Obrigado pela aula, pelas colocações, secretário Nalini. Na mesma linha dele, uma questão que causa bastante curiosidade com relação à água, que é usada para resfriamento. Resume-se que estão usando água potável, água que tá na rede, mas poderia ser utilizada água não potável e água



inclusive salgada? Se sim, abriria a possibilidade aí de vários caminhos e que tirariam da frente a questão do estresse hídrico, que já é uma realidade. E a outra é só uma constatação: no pessoal da ECA da USP, teve uma reunião para discutir inteligência artificial no fim do semestre passado. Os professores, e a inteligência artificial talvez traga uma inversão de ordem na educação que nós vivemos nas últimas décadas. Nas últimas décadas, nós saímos de muita teoria, foram eliminadas muitas matérias teóricas para a prática. A inteligência traz a velocidade prática tão grande que estão vislumbrando que talvez tenhamos que voltar a ter teoria. Lembrando que, sabendo utilizar a inteligência artificial, nós também vamos poupar energia, porque grande parte não sabe isso. Obrigado.

1:31:23 **Hamilton Leite** (SECOVI-SP): Boa tarde. Eu sou Hamilton Leite, representante do SECOVI-SP, que é a Associação das Empresas Atuantes no Mercado Imobiliário. A minha pergunta é um pouco na linha da água também, no sentido de perguntar, professor... Bom, antes de mais nada, parabéns pelas apresentações excelentes. Perguntar, professor Daniel: essas novas tecnologias de resfriamento? Hoje em dia, os data centers consomem muito pouca água, na verdade, com as novas tecnologias de recirculação e tal, então sempre tem evaporação e tal, mas como é que está isso tecnologicamente nessa questão de consumo de água? E, por outro lado, eu queria falar em relação a consumo de energia, porque parece que o Brasil então é um destino muito atrativo para os data centers do mundo inteiro, das *big techs*, os *hyperscalers*. Porque teoricamente tem uma emissão de gases de efeito estufa bem menor do que em vários outros países. Como a emissão é planetária, é melhor a gente ter aqui no Brasil do que ter nos Estados Unidos, por exemplo, porque a gente vai emitir menos aqui por conta da nossa matriz de energia limpa. Eu queria saber de você esses dois pontos: essas novas tecnologias de resfriamento por água, e até o seguinte, se é viável a os data centers submersos, porque aí o resfriamento já é natural ali da água. Enfim, saber a sua opinião sobre esses dois pontos, por favor. Obrigado.

1:33:33

Luciana Feldman: Passa para trás. Aí a gente tem mais duas pessoas com a mão levantada, depois vocês respondem. Se tiver outros, a gente abre, por favor. Só se apresenta.

1:33:47

Tercio: OK. Bom dia a todos. Sou do Instituto de Energia e Ambiente da USP. Parabenizo muito os apresentadores, professor Daniel, professora Ana, por tocar em todos os pontos. Acho extremamente importante. A Ana, professora Ana, até comentou no final uma coisinha. Voltando à parte de água, eu queria saber se efetivamente na construção dos data centers eles estão levando em consideração as projeções climáticas. Porque se a gente pensa em colocar um data center em São Paulo, e você olha hoje o que está acontecendo do ponto de vista de clima presente e quais são as projeções pro futuro, São Paulo vai ter um volume de chuvas muito

menor. Então, se o data center consome, e nós vimos pelas apresentações do professor Daniel que consome muita água (isso nós já sabíamos), esse equivalente de água poderia ser transferido para a parte agrícola e outros e mesmo uso comum. A pergunta clássica: as projeções de mudança do clima estão sendo consideradas quando você está instalando um data center ou não? Porque isso é importante, já que você vários outros produtos. E aproveito também, uma das coisas que a gente está falando também na parte de energia, eu acho que a gente tem que começar a trabalhar junto com os data centers também nessa parte de energias sustentáveis. Onde a gente está colocando e como a gente pode fazer com que outras fontes, formas de gerar energia, possam ser utilizadas? Por exemplo, no IEE, nós temos uma usina de biodigestor que você aproveita os resíduos orgânicos, gera gás, esse gás pode gerar eletricidade ou mesmo biometano, que eventualmente poderia ser utilizado também para movimentar motores. E junto com isso você ainda tem o fertilizante. Então é uma solução muito sustentável que poderia estar sendo acoplada inclusive com os data centers. Tá bom, obrigado.

1:36:04

Vânia (Secretaria Municipal de Habitação): Bom dia a todos. Meu nome é Vânia, eu sou da Secretaria Municipal de Habitação. Eu queria fazer uma pergunta e meio que uma reflexão para todos aqui, um pouco mais de contenção de danos para desacelerar a necessidade de ir atrás de criação de mais data centers. Porque eu vejo, não só no meu trabalho do dia a dia, mas no trabalho nosso, da secretaria, dos meus colegas, que a gente faz muito uso, não só de pesquisas na internet, mas também de uso de nuvens e principalmente isso aumentou numa grande quantidade no momento da COVID. E a gente tem a tendência a querer guardar tudo que é dado. Tudo a gente quer guardar, inclusive histórico, versão um, versão dois, versão três. Eu acho que às vezes é um pouco mais em pensar e perguntar para vocês, que estão inseridos na academia, se existe o debate também não só de como melhorar os data centers e a instalação deles e o uso deles, mas também a gente (embora é sempre complicado jogar para o indivíduo a responsabilidade disso), como a gente também pode no nosso dia a dia, e a gente (eu digo enquanto prefeitura, enquanto instituição que contrata outras empresas, que faz licitações), como que a gente internamente pode ter um manual de boas práticas ou até que ponto histórico é importante, se a cada certo tempo precisaria ter um relatório de tudo que foi que aconteceu e fazer uma limpa. É um pouco uma pergunta se isso está em debate e jogar aqui a provocação pra gente, pra nossos pares, pra gente pensar também no nosso dia a dia, o quanto que a gente utiliza de ferramentas, às vezes só por uma questão de preguiça, às vezes de economia de tempo, porque a gente tá sempre sendo acelerado a produtividade, produtividade, mas a gente não percebe o quanto que a gente deixa de lastro, de dano por tentar ir atrás dessa rapidez sem racionalizar muito as coisas. Só isso. Obrigada e muito obrigada por estarem aqui. Acho maravilhoso.

1:38:26

Rosa Ramos (OAB-SP - Comissão do Clima): Bom dia. Sou Rosa Ramos, da

OAB São Paulo, presido a Comissão do Clima da entidade. Quero primeiro parabenizar por trazer esse tema aqui de extrema relevância. Eu acho que a gente tem algumas certezas hoje: que a gente não vive sem água, sem energia e, eu acho, atualmente sem IA também. Quando isso surgiu, surgiram as primeiras discussões no âmbito da minha entidade (obviamente que em relação ao professor Daniel não tenho a menor competência para analisar esses dados todos, mas falando um pouco da área jurídica). Quando surgiram as primeiras possibilidades de minimizar o nosso trabalho com inteligência artificial, a primeira coisa que falaram foi: "Bom, mas e agora, os advogados serão substituídos pela inteligência artificial?" E hoje a gente vê um resultado muito positivo, principalmente no judiciário, Dr. Nalini, que pode falar isso de carteira. O judiciário hoje acelerando suas decisões em razão dessa estrutura possibilitada pela inteligência artificial, assim como na nossa área de atuação. Falando um pouco sobre a professora Nusdeo, que deu uma aula aqui acerca da conexão entre essa nova ferramenta e a legislação, e trazendo esses PLs que vou me debruçar em cima deles. Mas eu acho que, e não é só por causa da inteligência artificial, mas por várias outras infraestruturas que a gente precisa se debruçar no sentido da fiscalização. É certo que a Lei 15.190 não é uma lei que agradou de fato a maioria, principalmente quem milita nessa área ambiental e do clima. De fato, ela estremeceu todos nós, porque demorou tanto para ser promulgada e veio com tantas deficiências que poderiam ter sido melhoradas. Mas assim como também a lei do carbono, como o senhor disse, às vezes a gente fica feliz, "ah, saiu a lei e tal", mas saiu, só saiu mesmo, tá no papel, porque a sua implementação não se sabe quantos anos vai demorar para ser colocada. A reflexão que eu faço é que acho que a gente precisa avançar muito na efetivação das normas. A gente precisa pensar nisso, porque norma no papel não é norma. E a fiscalização, nesse caso do licenciamento ambiental, como a professora salientou muitas vezes aqui, é um dos maiores calcanhares de aquiles que a gente tem, porque entregar uma licença de operação para seja qualquer atividade não significa que ela tá cumprindo seus deveres com sustentabilidade em todos os aspectos, socialmente. Agora, em relação ao clima, talvez os relatórios possam minimizar esses problemas. Afinal, os relatórios contábeis hoje já exigirão as questões climáticas. Então, eu acho que isso pode ser uma saída para nós aqui, que acho que é o objetivo de todo mundo buscar soluções aqui dentro do comitê. Obrigada.

Daniel Cordeiro: Primeiro, sobre tecnologias de resfriamento: tudo que vocês possam imaginar está sendo testado. Sim. O consumo de energia elétrica em data centers é um custo muito alto pro data center, porque é uma quantidade muito grande. Então, tudo que a gente puder fazer para reduzir está sendo estudo. Tudo que vocês possam imaginar para reduzir está sendo estudado.

1:42:49 Sobre o uso de águas: teve a pergunta aqui sobre água não potável. Inclusive o uso de água não potável, ele tem que ser tratada porque não pode ter resíduos. Se usa, chama água cinza, que não é potável, mas às vezes é muito mais fácil você ter

acesso à água potável. Esse é um problema. Muitos data centers têm acesso à água potável, usam água potável, e isso pode ser um problema pros cidadãos da região.

1:43:24 Sobre uso de energia de outras fontes: tem vários estudos sobre energias de outras fontes também. Tem já tem estudos sobre isso, mas eu não saberia te dizer ou te apontar um exemplo de uso em larga escala de energia de outras fontes. Tem vários até alguns exemplos anedóticos. Tem pesquisa científica que tenta usar... Onde pesquisa científica, tem data centers instalados na Noruega próximo às áreas dos fiordes para usar a água do mar que é gelada. Tem data centers que se servem do calor que emana de minas abandonadas para usar como fonte de energia para fazer alguma coisa do data center.

1:44:13 Tem os data centers submersos que foram citados aqui. Tem projetos de data center submersos. Eu me lembro de dois: tem um da Microsoft na Escócia, e tem um outro na China, que eu acho que é em Xangai, se não me engano, onde eles estão tentando construir os data centers embaixo da água para usar já a água do mar, a temperatura de lá, a pressão, etc. Tudo que vocês possam imaginar que poderia remotamente diminuir o custo de energia da produção de energia elétrica e diminuir o custo de redução da temperatura desses data centers está sendo feito.

1:44:56 Também tem um grande esforço da área de engenharia para fazer com que esses equipamentos sejam mais eficientes energeticamente. Os computadores mais novos precisam de menos energia para fornecer a mesma quantidade de operações por segundo (flops). Isso acontece com os processadores, com os equipamentos de rede, toda a base de hardware.

1:45:25 O que é importante a gente lembrar é o seguinte: a gente usa computação há muito tempo. A partir do momento que a internet começou a permear nossas vidas, a gente pode dizer que a computação passou a ser parte do tecido da sociedade, das atividades do dia a dia. Até 2016, a gente conseguia compensar o aumento do número de usuários da internet com essas inovações tecnológicas (melhoria de eficiência energética, equipamentos mais novos). Isso estava sendo mais ou menos compensado e a gente não tinha um problema. Agora, com as novas tecnologias, principalmente inteligência artificial e criptomoedas (Bitcoin, etc.), a gente não consegue mais. A gente perdeu, o hardware ou a engenharia está perdendo a corrida e a gente está gastando mais energia. Esse é um grande problema.

1:46:28 Deixa eu ver que mais que temos de perguntas interessantes aqui. O Brasil como destino atrativo: claramente o Brasil é um destino atrativo. Mostrei numa tabela ali que a nossa matriz energética, em média (porque isso varia muito ao longo do tempo), a produção de energia é de baixo carbono. A gente emite pouco para poder fornecer energia.

1:46:56 Tem várias coisas que a gente poderia conversar com outras especialistas de gestão ambiental e de impactos ambientais do que eu. Mas tem coisas que a gente

deveria pensar: a gente usa hidrelétrica, hidrelétrica tem baixo impacto ambiental? Bom, pra construção da hidrelétrica, a gente inunda várias grandes áreas. Isso é um grande problema. Como que a gente mede isso? A gente não consegue medir.

1:47:18 Outra alternativa que é muito pensada quando a gente pensa em data centers é o uso de energia nuclear. Energia nuclear é uma energia limpa? Mas é limpa mesmo. O que que a gente faz com esses rejeitos nucleares depois, com o lixo nuclear, depois que a gente não consegue mais produzir energia com ela? Os acidentes que a gente já teve ao longo do tempo: se a gente começar a investir em construção de energia nuclear, mais usinas nucleares, talvez aumente o número de acidentes, e qual vai ser o impacto ambiental disso? É muito difícil da gente conseguir pensar qual é a melhor forma, qual é o melhor tipo de energia para isso. Mas o Brasil está em uma posição privilegiada. A gente tem energia limpa na matriz energética, a gente tem esse excesso de produção de energia renovável, que o senhor secretário acabou de mencionar, que a gente deveria tentar então usar, já que a gente está produzindo. Por que não tentar usar isso? O Nordeste virou uma região particularmente importante para isso. Por isso o interesse do data center da ByteDance (dona do TikTok) que foi lá para o Ceará, etc. O Brasil é um país atrativo, a gente pode contribuir com isso.

1:48:28 A gente deveria se aproveitar dessa oportunidade para tentar reforçar a indústria nacional de desenvolvimento de software e resolver ou tentar pensar em questões como a que a professora Ana falou sobre a soberania digital. Uma colega aqui da prefeitura vai dizer: "Olha, os nossos dados estão no data center, em uma plataforma de computação em nuvem que não é mais nossa. A gente deveria fazer isso ou não deveria fazer isso?" Senhor secretário falou dos dados do SUS indo para a Amazon. Deveria fazer isso ou não deveria fazer isso? Do ponto de vista puramente econômico, parece fazer sentido. Os data centers são muito baratos. Eles conseguem fornecer esse grande poder computacional por conta da economia de escala. Eles compram grandes quantidades de computadores, conseguem operar esses computadores de forma muito eficiente. Colocar esses vários computadores nesses data centers, apesar dos problemas de resfriamento, é uma forma muito eficiente de fazer computação. A gente está reduzindo a necessidade de computadores de alguma forma construindo esses grandes data centers. Então, por que não? Mas tem esses impactos, principalmente o impacto de soberania digital, que a gente tem que ficar preocupado. Todo dado que vai para uma empresa norte-americana pode ser requisitado pelo governo dos Estados Unidos. Isso já parte do direito, não vou me esticar muito nesse detalhe, mas é uma preocupação. Se por algum motivo a justiça americana achar que precisa dos seus dados de saúde, talvez ela consiga. São coisas que a gente deveria pensar de verdade.

1:50:03 Foi perguntado se na construção de data centers se leva em consideração projeções climáticas. Eu não saberia dizer. A gente precisa conversar com os

construtores de data centers. Sou um pesquisador da computação, sou mais usuário dos data centers do que construtor de data center.

1:50:21 Sobre outras fontes de energia, a gente deve considerar essas outras fontes com biogás, como foi mencionado. Mas, como eu disse, tudo quanto é fonte de energia é considerado por pesquisas e pelos consultores de data centers para diminuir a quantidade, o preço disso.

1:50:46 Tem duas, tem três questões aqui que são um pouco mais filosóficas, que são difíceis de responder. Primeiro, a questão do uso de IA na educação e como isso vai alterar a educação. Toda vez que a gente tem uma tecnologia nova, essa discussão volta à pauta: "Puxa, a gente deveria deixar os nossos alunos usarem calculadora ou não deveria deixar? A gente deveria deixar os alunos usarem computador ou não deveria? A gente deveria usar IA e deixar os alunos usarem IA ou não deveria?" É uma discussão muito complicada. Eu deixo essa discussão pros educadores. Quais são as habilidades que a gente tem que cultivar nas nossas crianças para que elas sejam adultos funcionais e que possam ser plenamente capacitados no futuro para fazer o que quer que sejam? É muito complicado isso.

1:51:40 O que eu só queria lembrar é que a gente, no estágio atual de IA, tem que usar IA com muita cautela. A IA não é infalível. Esses modelos de linguagem grandes que a gente usa hoje, como ChatGPT, Gemini, etc., eles falham. Eles tentam produzir a melhor resposta possível em função de como ele foi treinado, dos dados com que eles foram treinados. A gente tem tentado desenvolver tecnologia em ciência da computação para expandir, utilizar da melhor forma possível esses dados. Mas ainda assim muitas das respostas que a IA vai dar pra gente são erradas.

1:52:24 Tem um exemplo que ficou famoso nesses últimos dias: alguém perguntou para a IA: "Olha, eu preciso lavar o meu carro, mas o lava rápido fica 500 metros da minha casa. Eu deveria ir de carro ou a pé?" E muitas responderam certas, e outras dizem: "Não, você deveria ir a pé porque é pertinho". É o que a gente chama de alucinação. Ele tenta dar a resposta em função de como ele foi treinado e de que dados ele foi utilizado para treinar. Se ele não tiver uma forma fácil, se não tiver muitas ocorrências dessa resposta nos dados com que ele foi treinado, ele vai tentar extrapolar alguma resposta para você. A gente tem que tomar cuidado com IA, porque IA, eu sempre olho esses modelos como algo que faz o máximo de esforço possível para te agradar. O que você perguntar, ele vai tentar responder para você, e aí ele vai tentar do jeito dele, e às vezes isso não funciona. A gente tem que tomar cuidado com isso e pensar isso seriamente, se for utilizado na educação.

1:53:29 Por outro lado, é uma ferramenta fantástica. Já deve ter afetado o trabalho de todos vocês, assim como afeta o meu. E eu me sirvo disso. Acho que a gente deve usar isso, porque tem aí a discussão do final de produtividade e impacto da computação. A gente está conseguindo fazer hoje coisas que a gente não conseguia fazer antes com essa tecnologia, que ainda que falha, se bem utilizada, ajuda a gente

a resolver problemas que a gente não conseguia. É um negócio que é bastante complicado. A gente vai impedir as pessoas de usarem IA porque a IA tem um impacto ambiental e consome muita energia? Não, não dá para fazer isso. Não faz sentido fazer isso, porque a IA realmente está ajudando.

1:54:14 O que a gente tem que fazer? Aí eu venho para uma pergunta de contenção de danos de alguma forma. Isso é um negócio que é interessante, mas a gente tem que pensar isso de maneira filosófica, talvez. Eu faço parte de um dos projetos que eu listei ali, um projeto com uma equipe da França em que uma das vertentes, o objetivo geral, é a gente criar nuvens, plataformas de computação em nuvem ou data centers que a gente chama de sóbrios, que são aqueles que têm menos recursos à disposição, e tentar fazer com que a gente tire o máximo de menos recursos.

1:54:56 Agora, como é que a gente diminui a necessidade por recursos computacionais hoje em dia? Isso é bastante complicado. A gente tem que repensar, e por isso que a gente tem filósofos e pessoas da área de ciências sociais no projeto para repensar o nosso uso da computação. Será que a gente usa a computação de uma forma que é mais eficiente ou que é a melhor forma para resolver os problemas dos seres humanos? Ou será que a humanidade se adaptou às ferramentas, à forma como essas ferramentas são propostas pra gente, e se adaptou a elas, e hoje em dia constrói novas soluções a partir daquilo que a gente tem, a partir da ferramenta, e não da melhor forma que a gente tinha para fazer ou que a gente fazia antes?

1:55:37 Tem uma teoria filosófica chamada de convivencialidade, de um filósofo dos Estados Unidos dos anos 70, que parece estar voltando à moda justamente por conta desse uso excessivo que a gente faz de computação e que a gente deveria repensar.

1:55:55 Eu vou dar um exemplo bem simples de coisas que a gente faz sem perceber e que tem algum gasto: quantas abas do navegador você tem aberto? Nossa, as pessoas têm centenas de abas abertas. Aquelas abas, por mais que você não esteja utilizando naquele momento, elas gastam um pouquinho de energia no teu computador, porque elas usam memória, usam espaço no seu disco. Talvez elas façam acesso à rede para determinar, por exemplo, se chegou um e-mail novo para eu poder mostrar quantos e-mails não lidos eu tenho no meu webmail. Ele está fazendo comunicação. Eu não tô vendo aquela aba, mas ela tá ali em constante uso da internet, do computador, etc. Isso tem um custo. Agora, eu tô disposto a pagar esse custo ou não? Se eu quisesse economizar, talvez vou tentar reduzir o número de abas do meu computador. Mas são os pequenos ecogestos. A gente poderia pensar em ecogestos também para computação. Enfim, tem pouco impacto, na verdade, no global, mas de forma mais geral, mais filosófica, a gente deveria pensar no uso que a gente faz da computação. A gente precisa de computação para fazer tudo isso, a gente está fazendo da melhor forma? As ferramentas que a gente tem hoje em dia nos ajudam a resolver os problemas da melhor forma possível, realmente, ou não? E se

não, como repensar isso? É muito complicado. Por isso que nesse projeto a gente conta com gente da filosofia e das ciências humanas e sociais de maneira geral.

1:57:29 Bom, acho que é isso. Eu passei por todas as perguntas, eu acho.

1:57:36

Ana Maria de Oliveira Nusdeo: Ah, foi bom. Vou até... tem várias das perguntas que estão muito fora da minha área de competência, com as questões de uso da água. Eu vou então comentar aquelas nas quais eu acho que posso acrescentar alguma coisa, ou pelo menos não diminuir a qualidade do debate.

1:57:56 Com relação à questão do professor Teramb sobre licenciamento e mudanças climáticas. Não é licenciamento, eu já adaptei sua pergunta. Na verdade, é: em que medida as mudanças climáticas estão sendo levadas em consideração? Observando e ouvindo a resposta do professor Daniel, eu percebi que, de fato, faria muito sentido sob o ponto de vista do próprio risco climático do investimento os empreendedores levarem em consideração. E acredito que foi a sua pergunta. O nosso viés do direito ambiental já leva para a discussão de que em que medida as mudanças climáticas deveriam ser inseridas no licenciamento de modo geral. Isso tem sido bastante discutido, porque o licenciamento é um instrumento central do direito ambiental. Tendo mudanças climáticas, elas deveriam ser levadas em consideração para vários efeitos, não necessariamente não licenciar algo, mas já prever todos os efeitos que aquele empreendimento pode gerar ou em que medida ele pode ser afetado pelas mudanças climáticas.

1:59:09 Como eu estava sendo discreta, né? O PL da devastação virou a Lei 15.190, não surpreendeu. É realmente um projeto que regride na proteção ambiental. Parte da discussão é que ele, evidentemente por todas essas características de regredir na proteção ambiental, não incorporou o que seria desejável: a necessidade de que as mudanças climáticas... poderia ter uma diretriz nessa lei no sentido das mudanças climáticas serem observadas, serem analisadas no processo de licenciamento. Não é feito.

1:59:51 A Dra. Rosa falou então: diante disso, o que nós temos? A questão da fiscalização, relatórios contábeis de empresa. Aquilo que não funcionou bem por meio dessa lei geral do licenciamento, mas como tem um espaço importante de licenciamento pelos estados (ainda é o principal órgão licenciador), nada impede, pelo contrário, que leis estaduais estabeleçam isso. Que de uma certa forma, boas práticas até em técnicas de análise de impacto ambiental, isso seja incorporado. Os estudos ambientais utilizados nos processos de licenciamento poderiam incorporar esse elemento das variáveis climáticas. Me parece que é algo que deve continuar sendo bem debatido para que se torne uma práxis, talvez até parte de um modelo das análises de impacto que são utilizadas quando se decide ou não licenciar um data center num determinado local.

2:01:02 A questão, até comentando um pouco algumas questões que foram ditas, a questão dos impactos ambientais e se construir data centers submersos... Enfim, sempre gera preocupação da proliferação, da multiplicação desse impacto. Um data center submerso não tem tanto problema. Vários vai ter, imagina o impacto no oceano, nas espécies. As mudanças climáticas já estão gerando uma série de problemas para espécies que precisam de um ambiente mais frio, marítimo, que duram até um certo limite de graus. Imagina todo um processo de colocar? Preocupante. A questão ambiental é um cobertor curto, porque o impacto que se poupa de um lado, cobra e afeta o outro. É complicado.

2:02:08 Isso nos leva, acho que professora Daniel comentou muitíssimo bem a reflexão da Vânia. Enfim, talvez se tenha que avançar um pouco nesse debate antes de como a computação é usada. Sobre também quanto ao tempo dos arquivos físicos, talvez as instituições tinham provavelmente uma política porque não dava para arquivar qual o limite de papel. Então, enfim, era só a versão final. Acho que até sua pergunta me fez pensar: "Bom, como era antes?" Eu fiquei aqui, né? Como é que se fazia? E aí você tinha limites físicos claros, e isso devia ter políticas arquivistas que deliberavam isso, que hoje talvez se deixou de pensar por conta dessa ideia de abundância, abundância de espaço virtual, quando na verdade tem um custo.

2:03:06 Não sei se tem algum outro tema que eu não tenha... Como eu disse, aqueles que eu sabia comentar, comentei. Muito obrigada.

Encerramento

2:03:12

Luciana Feldman: Queria muito agradecer ao professor Daniel Cordeiro e à professora Ana Maria de Oliveira Nusdeo. Acho que foi uma aula incrível aqui sobre inteligência artificial. Tenho certeza que colaborou demais com o nosso comitê. Passo então pro secretário Nalini para o encerramento da reunião.

2:03:30

Secretário Renato Nalini: Quero agradecer principalmente aos dois conferencistas, professor Daniel Cordeiro, professora Ana Maria Nusdeo. Agradecer a Ludmila também, que fez a exposição da implementação, do cumprimento do nosso PlanClima. Eu acho que foi uma manhã muito proveitosa. Veja quanta coisa que nós ficamos pensando. Temos uma lição de casa. Nós somos usuários e nós somos reféns. Não era o caso, mas a gente tem de pensar no que a inteligência artificial está fazendo, principalmente para a juventude norte-americana que tem praticado suicídio, porque as pessoas são tão sozinhas que na sua solidão mergulham nesses amigos virtuais que até incentivam o suicídio. Já tem ações nos Estados Unidos tentando responsabilizar essas empresas que permitem que o jovem sem orientação encontre ali um lenitivo pra sua solidão e acaba sendo incentivado pela

inteligência artificial a praticar o suicídio. Não é um caso só. Vejam como as coisas ruins demoram, mas chegam no Brasil. A gente precisa estar atento com para isso também.

2:05:05 E a questão ambiental, vejam quanta coisa que nós temos de pensar. Se essas áreas ocupadas pelos data centers... São Paulo tem lugar hoje? Nós não temos lugar nem para repor as árvores que foram dizimadas durante 472 anos. Crescem os aterros sanitários e não tem lugar para data center aqui em São Paulo. Só se a gente acabar com parque. Então a gente de um lado promete ampliar os parques, os bosques, depois cede para data center. São coisas que a gente precisa pensar. Mas foi muito proveitosa a conferência, a verdadeira conferência dos dois. E já estão convocados para voltar aqui pra gente conversar mais a respeito disso. Muito obrigado. Tá encerrado.

2:06:06

Luciana Feldman: Queria só antes... alguém tem sugestão de pauta para a próxima reunião ou pode mandar pra gente por e-mail se tiver, pode ser? Então, por e-mail, tá?