



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



PALESTRA DE ABERTURA NO 31º Congresso da ABES – 17/10/2021

Thelma Krug

Exmo. Sr. Vice-Prefeito, Eduardo Pimentel, representando o Prefeito Rafael Greca; Exmo. Sr. Claudio Stabile, presidente da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), representando o Governador Carlos Massa Ratinho Junior; Exma. Sra. Christianne Dias Ferreira, Diretora-Presidente da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; Exma. Sra. Fernanda Rodrigues de Moraes, diretora executiva e vice-presidente da Funasa – Fundação Nacional de Saúde, representando o presidente Miguel Marques; e Exmo. Sr. Alceu Guérios Bittencourt, Presidente Nacional da ABES, através de quem cumprimento todas as autoridades presentes e os participantes desse 31º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Boa noite a todos e a todas. Agradeço o honroso convite da ABES para que proferisse a palestra de abertura do Congresso esta noite e espero que traga elementos para reflexão durante o desenvolvimento dos trabalhos nesses próximos dias deste importante Congresso.

A minha palestra trata da temática da Mudança do Clima e seus impactos, e suas relações com as cidades e com sistemas de água e saneamento. Este evento ocorre em momento oportuno, já que posso trazer resultados do recém-publicado relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – o IPCC – que a cada 6 – 7 anos finaliza um ciclo com uma síntese da contribuição de seus três grupos de trabalho. Cada um desses grupos foca em um tema específico da mudança do clima – o grupo I, cujo relatório foi divulgado em agosto, foca na ciência física da mudança do clima, enquanto o grupo II trata dos Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; e o grupo III, da mitigação da mudança do clima – esses dois últimos relatórios serão divulgados em fevereiro e março do próximo ano, respectivamente. O relatório síntese, que sela este ciclo de 7 anos, será apresentado em setembro de 2022.

Para aqueles que não conhecem o IPCC, o Painel é um órgão das Nações Unidas para avaliar a ciência relacionada à mudança do clima. Foi criado para prover os formuladores de políticas com avaliações científicas regulares sobre a mudança do clima, suas implicações e potenciais riscos futuros, assim como propor opções



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



de adaptação e mitigação. Através de suas avaliações, o IPCC determina o estado do conhecimento sobre mudança do clima, identificando onde há concordância na comunidade científica e onde mais pesquisas se fazem necessárias. As minutas dos relatórios são revisadas em vários estágios, envolvendo especialistas e os seus 195 governos membros, garantindo a objetividade e a transparência. Finalmente, o IPCC não conduz sua própria pesquisa e seus relatórios são neutros] - politicamente relevantes, mas não politicamente prescritivos.

Com esta breve introdução ao IPCC, vou me concentrar na parte mais substantiva da minha apresentação, começando com alguns resultados do recém-lançado relatório, que envolveu a avaliação de mais de 14000 publicações científicas por 230 autores que voluntariamente se dedicaram por quase 5 anos na sua elaboração. O relatório traz uma síntese do estado atual do clima - inclusive como está mudando - o papel da influência humana, o estado do conhecimento sobre possíveis climas futuros, informação climática relevante para regiões e setores, e como limitar a mudança do clima induzida pelo ser humano, ou a mudança do clima antrópica. A partir desses resultados, buscarei abordar os impactos já observados e os riscos de impactos de potenciais climas futuros, particularmente para as cidades, incluindo os sistemas de água e saneamento;] [a eminente necessidade de adaptação]; e a premência de ambiciosas reduções de emissões em todos os setores e em todo o mundo.

Há décadas sabemos que a mudança do clima é um fato e isto vem se refletindo nas mudanças observadas em várias componentes do sistema climático, como a atmosfera, o oceano, a biosfera terrestre, e a criosfera - e isto identificado por várias fontes independentes inclusive, em alguns casos, por satélites.

Algumas dessas mudanças não tem precedentes em milhares de anos.



31º Congresso da ABES

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

17 a 20 de outubro 2021

Curitiba/PR | Evento presencial e online

FITABES 2021

Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental

855
ANOS
ABES



Por exemplo, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, que em 2019 atingiu um nível sem precedente nos últimos 2 milhões de anos; ou a rápida taxa de elevação do nível do mar que atingiu a média anual global de 3,7 mm no período de 2006 a 2018, agravada agora ainda mais pela perda da massa de gelo no mar Ártico e pela retração das geleiras, ambas sem precedentes nos últimos 1000 e 2000 anos, respectivamente – tornou-se um fato que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e a biosfera terrestre, provocando essas mudanças. Lembrando também, que as 4 últimas décadas foram sucessivamente mais quentes do que qualquer outra década anterior desde 1850.



Esses são somente alguns exemplos das mudanças recentes, que estão sendo generalizadas, rápidas, e estão se intensificando... e muitas delas sem precedentes em milhares de anos.

As atividades humanas, no período de 2011-2020, já acarretaram um aquecimento médio global de 1.1°C acima dos níveis pré-industriais – este aquecimento é maior sobre a superfície terrestre – aproximadamente 1,59°C – do que sobre o oceano – cerca de 0,88°C. Com estes aumentos, impactos já são observados em todas as partes do globo.



**31º Congresso
da ABES**

Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

17 a 20 de outubro 2021

Curitiba/PR | Evento presencial e online

**FITABES
2021**

Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

855
ANOS
ABES



O novo relatório do IPCC afirma ser virtualmente certa a maior frequência e intensidade dos extremos de calor -inclusive ondas de calor - na maior parte das regiões terrestres desde 1950. Muitos desses extremos observados na última década seriam extremamente improváveis de ocorrer sem a influência humana. A ocorrência de outros eventos extremos, como fortes chuvas e secas, também vem sendo observada com maior frequência e intensidade em várias regiões do Planeta.

Notem que este slide também faz menção a mais frequentes queimadas meteorológicas. A partir de projeções utilizando modelos climáticos, o relatório indica que a Amazônia é uma das regiões com o maior aumento de queimadas meteorológicas no mundo, no século 21. Isto é consistente com os grandes aumentos projetados na frequência de eventos conjuntos de extremo calor e dias secos para a Amazônia, mesmo com um aquecimento a partir de 2°C. Faz menção também ao oceano, que por retirar cerca de 23% das emissões da atmosfera anualmente, está se acidificando e perdendo oxigênio.

Em 2015, o IPCC recebeu um convite da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, quando o Acordo de Paris foi decidido pelos seus governos membros. Este acordo incluiu como um de seus objetivos “manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e realizar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1.5°C, reconhecendo que isto reduziria significativamente os riscos e impactos da mudança do clima”. Em 2018, em resposta a este convite, o IPCC publicou o Relatório Especial sobre Aquecimento Global de 1.5°C, que avaliou os impactos observados e os riscos de impactos para esse nível de aquecimento acima dos níveis pré-industriais; avaliou também as correspondentes trajetórias de emissões de gases de efeito estufa para limitar o aquecimento a este nível até o final deste século. Este



**31º Congresso
da ABES**

Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

17 a 20 de outubro 2021

Curitiba/PR | Evento presencial e online

**FITABES
2021**

Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental



relatório identificou diferenças robustas nas características climáticas regionais para um aquecimento de 1.5°C e um aquecimento de 2°C. Com um maior aquecimento, essas diferenças incluem maiores temperaturas em grande parte das regiões terrestres e oceânicas; mais extremos de calor na maior parte das regiões habitadas; maior ocorrência de fortes chuvas em diversas regiões e maior probabilidade de seca e déficits de chuva em algumas regiões.

O relatório especial indicou que limitar o aquecimento a 1.5°C requer mudanças sem precedentes em todas as áreas da sociedade, e indica transições para todos os sistemas: energia, incluindo transporte e infraestrutura, agricultura, florestas e outros usos da terra, processos industriais e resíduos. Em todas as trajetórias de emissões avaliadas pelo IPCC para este relatório, limitar o aquecimento global a 1.5°C requer que as emissões de dióxido de carbono sejam reduzidas ao valor líquido zero, globalmente, por volta de 2050, ao mesmo tempo realizando profundas reduções de emissões de gases não-CO₂, como metano e óxido nítrico.

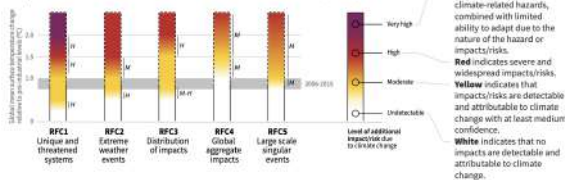
Este requisito de emissões líquidas zero de CO₂, que é atingido quando as emissões antrópicas desse gás são equilibradas globalmente por remoções antrópicas de CO₂, independe do nível que se busca limitar o aquecimento, já que existe uma relação quase linear entre as emissões antrópicas acumuladas de dióxido de carbono na atmosfera e o aquecimento que causam. Assim, limitar o aquecimento a um dado nível implica limitar as emissões acumuladas de dióxido de carbono, de forma consistente com aquele nível.

Este próximo slide apresenta os chamados Motivos para Preocupação (em inglês, Reasons for Concern - RFC) e fornece uma estrutura que facilita a visualização dos principais impactos e riscos entre setores e regiões para diferentes níveis de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais.

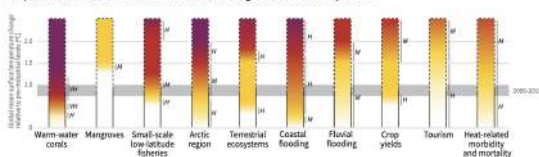


Five Reasons for Concern (RFCs) illustrate the impacts and risks of different levels of global warming for people, economies and ecosystems across sectors and regions.

Impacts and risks associated with the Reasons for Concern (RFCs)



Impacts and risks for selected natural, managed and human systems



Esses motivos para preocupação foram introduzidos nos relatórios do Grupo II do IPCC há mais de 15 anos, e a cada novo relatório, as colorações vão sendo ajustadas, normalmente tornando mais graves os riscos e impactos com menores níveis de aquecimento. Os cinco motivos para preocupação incluem os sistemas únicos e ameaçados, como os recifes de coral; geleiras de montanhas e hotspots de biodiversidade; os eventos extremos; a distribuição dos impactos que afetam desproporcionalmente grupos específicos, mais expostos e vulneráveis; os impactos agregados globais, como degradação em escala global e perda de ecossistemas e biodiversidade, e os eventos singulares em larga escala, que são relativamente grandes, abruptas e por vezes irreversíveis, como a desintegração dos mantos de gelo da Groenlândia e da Antártica.

Eles ilustram as implicações do aquecimento global para as pessoas, economia e ecossistemas, e avaliam para que níveis de aquecimento global os impactos e/ou riscos são moderados, altos ou muito altos, representados pelas cores amarelo, vermelho e roxo, respectivamente. Como exemplo, vamos focar no RFC2 na ilustração superior, que foca nos riscos e impactos à saúde humana, meios de subsistência, bens e ecossistemas causados por eventos climáticos extremos. Notem que para o atual aquecimento de 1.1°C, os impactos e riscos já estão migrando de moderado para alto risco e que para um aquecimento de 1.5°C, os riscos são considerados severos e difusos.

Mais recentemente, o IPCC passou a incluir impactos e riscos para os sistemas natural e humano, que são apresentados na parte inferior do slide. Os corais de água doce, por exemplo, já estão na coloração roxa, com riscos muito altos, impactos severos e



31º Congresso da ABES
Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

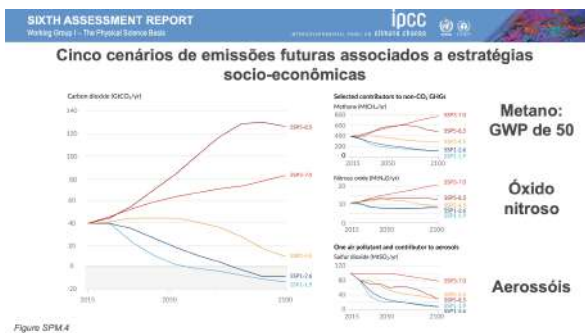
FITABES 2021
Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



potencialmente irreversíveis; as enchentes costeiras, com o aquecimento atual, já apresentam impactos e riscos altos, enquanto para as enchentes fluviais, este alto risco passa a ocorrer a partir de 1.5°C de aquecimento. Esses dados são do relatório especial e indicam, com maior ou menor confiança, a severidade dos impactos e/ou riscos aos sistemas natural e humano, quanto maior for o aquecimento e devem ser atualizados no relatório do Grupo II em fevereiro.

Até aqui nos fixamos no aquecimento de 1.5°C, perseguido pelo Acordo de Paris. Mas vamos além – no novo relatório, o IPCC avalia as respostas climáticas a cinco cenários ilustrativos, cenários esses que cobrem um conjunto de possíveis futuros desenvolvimentos das causas da mudança do clima encontradas na literatura, e que podem ser visualizados neste próximo slide.



Incluem cenários com altas e muito altas emissões de gases de efeito estufa (as duas últimas curvas); um cenário com emissões intermediárias (a curva do meio); e cenários com baixas ou muito baixas emissões de GEE (as duas primeiras curvas, em tons de azul). As emissões variam entre esses cenários dependendo de suposições sócio-econômicas, como por exemplo, o crescimento populacional, o grau de avanço das tecnologias e inovação, níveis de mitigação, entre outros). O gráfico à esquerda refere-se somente às emissões de dióxido de carbono enquanto os gráficos à direita referem-se às trajetórias de emissões de metano e óxido nítrico para os cinco cenários ilustrativos. Note que no cenário de muito baixas emissões de dióxido de carbono (a primeira curva, de baixo para cima), o valor zero líquido do qual falamos é atingido por volta de 2050, enquanto que para o cenário de baixas emissões (a segunda curva de baixo para cima), o zero líquido é atingido por volta de 2070. Claro que esta diferença tem efeito na temperatura, como vamos ver em seguida. Mas note também que nesses dois cenários, as emissões passam a ser negativas, representado na



31º Congresso da ABES
Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

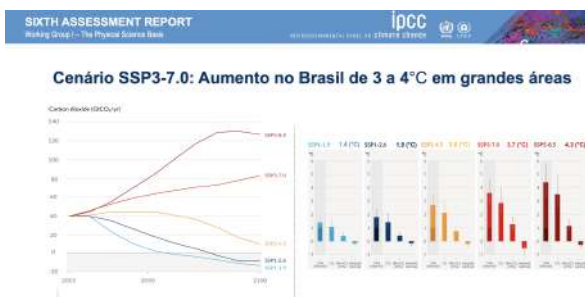
FITABES 2021
Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



faixa cinza abaixo do zero. Essas emissões negativas são atingidas com as chamadas opções de remoção de dióxido de carbono da atmosfera através, por exemplo, de atividades de larga escala de reflorestamento/florestamento, bionergia com captura e armazenamento de carbono, fertilização dos oceanos, entre outras. Essas emissões negativas equilibram as emissões residuais de CO₂ que porventura não possam ser zeradas.

Como indiquei, os diferentes cenários têm distintas implicações para o aquecimento, que eu mostro neste próximo slide.



Este slide mostra para cada um dos cenários, que estão reproduzidos do lado esquerdo, o correspondente aquecimento global esperado para o período de 2081-2100. Cada uma das quatro barras sob cada cenário indica, em sequência: o aquecimento total projetado para aquele cenário; a contribuição das emissões de dióxido de carbono para este aumento; a contribuição dos gases não-CO₂ (metano, óxido nítrico); e finalmente a contribuição dos aerossóis e uso da terra, que tem um efeito de resfriamento e por isto estão indicados abaixo da linha do zero. O aquecimento atual (1.1°C) aparece em cada cenário, na barra do aquecimento total em tom mais escuro. Para o cenário de altas emissões, representado em vermelho, a melhor estimativa de longo prazo é 3.7°C, enquanto para o cenário de maiores reduções (o primeiro, em azul claro), a melhor estimativa é de 1.4°C de aquecimento global.

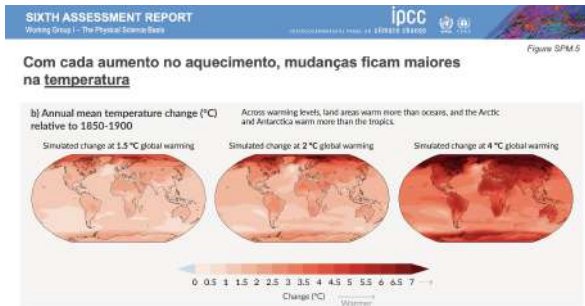
O relatório indica que a temperatura global de superfície continuará a aumentar até pelo menos a metade do século, sob todos os cenários considerados. O aquecimento global de 1.5°C e 2°C será excedido durante este século, salvo se profundas reduções de emissões de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa forem feitas nas próximas décadas.



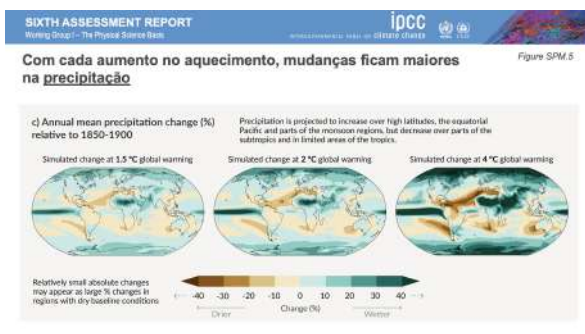
31º Congresso da ABES
Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

FITABES 2021
Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



Mas vejamos como o aumento da temperatura média de superfície é projetado se distribuir no planeta para três níveis de aquecimento: 1.5°C, 2°C e 4°C, onde se nota claramente que o aquecimento não se distribui de forma uniforme no globo, e que algumas partes são mais afetadas que outras. Chamo a atenção para a parte mais ao norte do Hemisfério Norte, afetada pelos maiores aumentos de temperatura e cujos efeitos sobre a perda de massa do mar Ártico são amplamente divulgadas, contribuindo para uma mais rápida elevação do nível do mar. Projeta-se que as regiões norte, nordeste e centro-oeste brasileiras apresentarão um maior aumento da temperatura média, com potenciais impactos para o agrobusiness brasileiro, tanto maior quanto maior for o aquecimento.



Para além da temperatura, este próximo slide mostra a diferença percentual na precipitação, para os mesmos níveis de aquecimento: 1.5°C, 2°C e 4°C.

Note que as projeções para as regiões norte, nordeste e centro-oeste, indicam maiores reduções percentuais de precipitação do que o resto do país.



31º Congresso da ABES

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

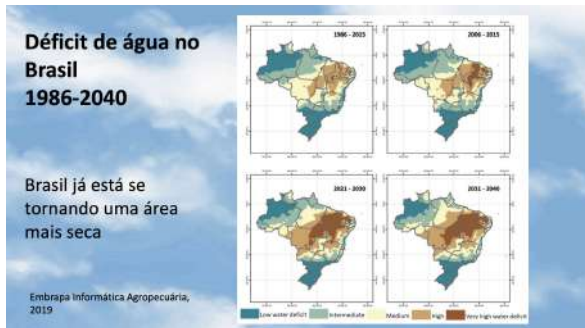
17 a 20 de outubro 2021

Curitiba/PR | Evento presencial e online

FITABES 2021

Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental

85 ANOS
ABES



Mas a Embrapa Informática Agropecuária já havia também feito em 2019 projeções para o déficit de água para diferentes períodos de tempo, que indicam resultados semelhantes, incluindo um déficit de água muito alto para a região nordeste e alto/muito alto para a região centro oeste, particularmente para os períodos de 2021 a 2030 e de 2031 a 2040.

E para finalizar esta parte com os resultados dos relatórios do IPCC, uma inovação introduzida no último relatório do Grupo I é a inclusão de um Atlas Interativo, que possibilita fazer projeções para diferentes níveis de aquecimento, precipitação e outras variáveis meteorológicas, para várias sub-regiões, utilizando os mesmos dados aplicados nos modelos climáticos para fazer as projeções apresentadas no relatório.



Alguns resultados para a parte sudeste da América do Sul, representada pela sigla SES, indicam que aumentos na média e nos extremos de precipitação ocorrem desde os anos 60, explicados pela variabilidade interna, assim como causas externas, como o aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. Indica também que a intensidade e a frequência de eventos de precipitação extremas e inundações fluviais são projetadas a aumentar para um nível de aquecimento de 2°C ou mais. Esses são só alguns exemplos.



**31º Congresso
da ABES**

Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

17 a 20 de outubro 2021

Curitiba/PR | Evento presencial e online

**FITABES
2021**

Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

**855
ANOS**
ABES

O último relatório do IPCC, que dedica 1/3 do seu conteúdo para estudos regionais, indica que a América do Sul, em particular, é altamente exposta, vulnerável e fortemente impactada pela mudança do clima, e essas condições são amplificadas pela pobreza, [pelo crescimento populacional e alta densidade populacional], [pela ocupação desordenada e informal das cidades], [mudanças no uso da terra, principalmente desmatamentos], degradação do solo e a alta dependência das economias locais e nacionais dos recursos naturais para a produção de bens. A mudança do clima exacerba as profundas desigualdades econômicas, éticas e sociais. **Altos níveis de pobreza, uma fraca governança da água, acesso desigual a água potável e serviços de saneamento, falta de infraestrutura e financiamento reduzem a já necessária capacidade de adaptação, aumentando e criando novas populações vulneráveis.**

Atualmente, 21% da população urbana na América do Sul e Caribe vive em favelas ou outras formas precárias. Neste contexto, muitas cidades na região são caracterizadas pela ocupação de áreas de risco com infraestrutura e serviços deficientes, particularmente **saneamento** e transporte, e que impõem restrições à adaptação, potencializadas por instituições políticas e governamentais instáveis, fraca governança e reduzida capacidade para financiar adaptação. Entretanto, esses significativos déficits de infraestrutura e habitação, são também uma grande oportunidade para adotar um padrão adaptado ao clima nas novas construções e expansão da cidade.

E falando em cidades:

É claro que mudanças já observadas de temperatura, precipitação e outros parâmetros meteorológicos têm um impacto direto nas cidades e seus habitantes, que são altamente vulneráveis à extremos de tempo e clima, particularmente ondas de calor. As áreas urbanas já são *hotspots* locais por conta da geometria urbana, dependente do número de prédios, seus tamanhos e proximidade. Prédios altos próximos uns aos outros absorvem e armazenam calor e também reduzem a ventilação natural.

Além da geometria, outro fator relaciona-se às atividades humanas, que são muito concentradas nas cidades e que aquecem diretamente a atmosfera local devido, por exemplo, ao calor liberado pelos sistemas de resfriamento domésticos ou industriais. O aquecimento urbano também resulta diretamente das



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



propriedades de retenção de calor dos materiais usados nas cidades, incluindo prédios de concreto, rodovias com asfalto, telhados escuros, sistemas de água e saneamento. Esses materiais são muito bons para absorver e reter calor, e daí reemitem esse calor à noite. Esses três fatores, geometria, atividades e materiais, contribuem para amplificar o aquecimento nessas áreas e medidas de adaptação podem contemplar a substituição de materiais intensivos em carbono na sua produção, como concreto, aço e cimento,

A vulnerabilidade das áreas urbanas à mudança do clima e aos extremos climáticos fica potencializada com o efeito das “ilhas de calor urbano”, fazendo com que experimentem temperaturas do ar vários graus mais quentes do que nos arredores rurais, especialmente à noite. Este efeito torna-se ainda mais amplificado pela falta de vegetação e de corpos d’água, que podem contribuir para um resfriamento local. Isto significa que quando suficiente vegetação e água são incluídos na malha urbana, elas podem contrabalançar o efeito da ilha de calor urbana, podendo até cancelar este efeito nas áreas próximas a elas.

Apesar deste efeito já ser muito conhecido, ainda existem limitações de observações que impossibilitam ter-se um entendimento completo de como essas ilhas de calor urbano variam ao redor do mundo, entre as diferentes cidades e zonas climáticas. Como resultado, é difícil avaliar como a mudança do clima afetará o efeito dessas ilhas, não havendo concordância entre diferentes estudos. Entretanto, duas coisas são claras. Primeiro, a urbanização futura será expandida para muitas partes do mundo, contribuindo para amplificar o aquecimento futuro. Segundo, ondas de calor mais intensas, duradouras e mais frequentes, causadas pela mudança do clima, impactarão mais fortemente as cidades e seus habitantes, pois o aquecimento extra do efeito de ilha de calor urbano exacerbará os impactos da mudança do clima.

As cidades são locais em que os riscos associados ao aquecimento, como estresse por calor, inundações terrestres e costeiras, novos vetores de doenças, poluição do ar e escassez de água, irão se aglutinar, a menos que os esforços de adaptação e mitigação sejam projetados em torno da necessidade de descarbonizar as sociedades urbanas no mundo desenvolvido e fornecer soluções de baixo carbono para as necessidades das crescentes populações urbanas em países em desenvolvimento.



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



No futuro, a mudança do clima terá, em média, um efeito limitado na magnitude da ilha de calor urbana propriamente dita, mas a urbanização, junto com ondas de calor mais frequentes, duradouras e mais quentes tornarão as cidades mais expostas à mudança do clima.

Os sistemas de água e saneamento são particularmente vulneráveis a eventos climáticos extremos, e os danos a tais sistemas podem levar à contaminação da água potável e subsequentes impactos adversos à saúde. As opções de adaptação a futuros riscos climáticos incluem reduzir a exposição dos sistemas de água e saneamento a enchentes e eventos climáticos extremos e a implantação de sistemas de alerta que possibilitem o deslocamento das populações vulneráveis para lugares seguros.

Reduzir os déficits de serviços básicos e construir sistemas de infraestrutura resilientes (abastecimento de água, saneamento, drenagem de águas pluviais e residuais, eletricidade, transporte e telecomunicações, saúde, educação e resposta a emergências) pode reduzir significativamente a exposição a perigos e vulnerabilidade à mudança do clima, especialmente para aqueles que estão em maior risco ou vulnerabilidade. Por exemplo, saúde pública, mudança do clima e custos / benefícios econômicos são três eixos importantes para a tomada de decisão para o saneamento urbano que são muitas vezes desconsiderados devido a evidências incompletas na saúde pública e análises de custo-benefício, potencializadas pela falta de percepção imediata dos riscos de impactos que a mudança do clima representa. Nas cidades de renda baixa a média, investimentos adicionais muito grandes são necessários para tratar os déficits em infraestrutura e serviços; sem esses investimentos, será difícil fazer compensações de curto a longo-prazos para melhorar a resiliência. Isto é uma oportunidade para planejamento de infraestruturas “inteligentes ao clima” que consideram como combinar desenvolvimento para reduzir a pobreza e mitigação e adaptação à mudança do clima.

Projeta-se que a mudança do clima e os eventos climáticos extremos causarão danos a uma série de infraestruturas críticas, em particular aquelas mais vulneráveis, como as infraestruturas para água e saneamento, energia e transporte. Os problemas de suprimento da água em algumas áreas urbanas poderão ser



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



exacerbados com a mudança do clima criando, por sua vez, múltiplos riscos para as cidades.

Os sistemas de esgoto e saneamento ficarão cada vez mais sobrecarregados durante eventos extremos de precipitação, caso não seja dada atenção devida à sua manutenção, devido a capacidade limitada dos sistemas de drenagem nas cidades antigas, ou a falta de drenagem na maior parte dos assentamentos não planejados em muitos centros urbanos. Além das fortes chuvas, esses sistemas são também vulneráveis à elevação do nível do mar, com ingresso de água salgada, entre outros impactos. Desta forma, os governos locais responsáveis pelo suprimento de água e gestão das águas residuais devem confrontar os novos padrões climáticos e responder a um conjunto de fatores dinâmicos e em evolução.

Muito tem-se falado de Soluções baseadas na Natureza – SBN, e neste ponto deixo claro que as considerações que farei sobre este tema não refletem resultados do IPCC, mas de algumas publicações recentes que podem contribuir para uma reflexão sobre a necessidade de “mudanças sem precedentes em todas as áreas da sociedade” que mencionei em algum ponto desta minha apresentação. Resultados sobre SBN serão incluídos no relatório do Grupo II do IPCC, em fevereiro.

Na verdade, não existe uma definição acordada sobre o que sejam as SBN e a literatura inclui várias delas, normalmente para atender necessidades específicas. Mas citarei duas: o Instituto de Estudos Ambientais e de Energia contempla infraestrutura verde e infraestrutura natural como sub-categorias das SBN. Enquanto a infraestrutura verde consiste em projetos que combinam a infraestrutura cinza com SBN para criar sistemas híbridos que melhoram a resiliência aos impactos climáticos, a infraestrutura natural consiste em projetos que usam o ambiente natural existente ou reconstruído, como florestas, áreas alagadas, várzeas para aumentar a resiliência a impactos climáticos. Para ambos casos, co-benefícios ambientais, econômicos e sociais podem ser gerados. Outro exemplo é o Banco Inter-Americano de Desenvolvimento, para o qual SBN refere-se à atividades associadas à proteção, manejo, melhoria ou restauração da natureza para promover **infraestruturas resilientes ao clima**. E essas soluções têm sido sugeridas para tornar as cidades e os sistemas de água e saneamento mais resilientes ao clima. Por exemplo, a implantação de áreas verdes nas cidades e sua



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



manutenção ou recuperação, desta forma criando um sistema natural, podem ter múltiplos benefícios, como a absorção da água da chuva, a filtragem de sedimentos e a redução consequente dos custos com saneamento e saúde pública.

Já existem estudos no Brasil sobre a aplicação de SBN em sistemas de tratamento de esgoto em áreas urbanizadas, que indicam o lado dual dessas opções na adaptação à mudança do clima e na redução de gases de efeito estufa ou remoção de CO₂ através das infraestruturas naturais. Há inúmeros projetos implementados no país e as experiências adquiridas podem levar à ajustes específicos em novas iniciativas.

Mas julguei oportuno fazer referência a uma publicação recente, de agosto, que faz uma avaliação da eficiência das SBN contra perigos naturais, baseada na revisão de inúmeras publicações, indicando vantagens e limitações dessas opções. Apesar de indicar que as SBN estão se tornando cada vez mais populares para a gestão e redução de riscos hidro-meteorológicos (inundação, secas, ondas de calor, deslizamentos, e tempestades e erosão costeira), aponta a falta de metodologias padronizadas reconhecidas para avaliar o desempenho e a implementação em larga escala, concluindo que os métodos para avaliar a complexa questão da eficiência e análise de custo-benefício ainda estão em fase de desenvolvimento. Há evidências sugerindo que as SBN podem efetivamente contribuir para regular os processos bio-geofísicos que inulsionam os riscos hidro-meteorológicos, ao mesmo tempo promovendo co-benefícios que as infraestruturas cinzas não provêem, como a provisão de capital natural, empregos verdes, ar limpo, regulação da água, acesso a espaços verdes, oportunidades de recreação, ou regeneração urbana. Mas o artigo indica a falta de integração sistemática entre pesquisadores, tomadores de decisão e usuários finais, fundamentais para uma implementação mais eficiente.

Importante lembrar que o estado de São Paulo já implementou SBN considerando a restauração das florestas enquanto infraestrutura natural para complementar e salvaguardar o Sistema de Abastecimento de Água do Cantareira, e indica no sumário do relatório que a incorporação da infraestrutura natural ou infraestrutura verde nos planos de gestão hídrica pode aumentar a eficiência, o desempenho e a resiliência do sistema de infraestrutura convencional. No entanto, ressalta que os tomadores de decisão muitas vezes não dispõem das ferramentas e dos dados



**31º Congresso
da ABES**
Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

**FITABES
2021**
Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online



necessários para identificar e avaliar estratégias de infraestrutura natural em paralelo às abordagens tradicionais de gestão hídrica.

Há um reconhecimento geral e uma consciência crescente de que as SBN podem desempenhar um papel importante no aumento da resiliência à mudança do clima e na entrega de serviços de infraestrutura sustentáveis. As SBN são opções de infraestrutura benéficas porque tem uma menor pegada de carbono do que as infraestruturas cinza e muitas vezes removem carbono da atmosfera. Essas soluções não só ajudam a mitigar a mudança do clima como também aumentam a resiliência aos impactos climáticos.

Finalmente, a comunidade científica e usuários já disponibilizaram várias informações sobre SBN como, por exemplo, vários modelos de diferentes complexidades que podem contribuir para o planejamento estratégico, design, implementação e avaliação de SBN para reduções de riscos hidro-meteorológicos. No entanto, sua aplicação para a implementação e eficácia são dificultadas pela falta de integração na prática de planejamento e fragmentação institucional como, por exemplo, falta de integração sistemática entre pesquisadores, tomadores de decisão e usuários finais. Portanto, a implementação das SBNs requer uma integração abrangente entre pesquisadores (modeladores e ecologistas), vários setores, áreas de política e partes interessadas.

Importante ter-se em mente que embora seja necessário implementar ações para combater a mudança do clima e seus efeitos nas cidades, há uma necessidade igualmente urgente de assegurar que as novas cidades e as áreas urbanas em expansão, sejam neutras em carbono e tenham baixas taxas de vulnerabilidade e exposição à mudança do clima. A urgência das ações não se explica somente pela necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa mas, e principalmente, devido ao crescente risco climático que ameaça as populações, as infraestruturas e as economias das cidades

Finalmente, há que se ponderar que nesse momento de necessárias profundas transformações, e medidas bem planejadas de adaptação e mitigação são essenciais para evitar exacerbar as desigualdades ou criar novas injustiças. Por exemplo, as trajetórias consistentes com limitar o aquecimento a 1.5°C, ao mesmo tempo estando alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável, particularmente os Objetivos de Desenvolvimento



**31º Congresso
da ABES**

Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

17 a 20 de outubro 2021

Curitiba/PR | Evento presencial e online

**FITABES
2021**

Feira Internacional
de Tecnologias de
Saneamento Ambiental

855
ABES
ANOS

Sustentável 6 (Água Potável e Saneamento), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 10 (Redução das Desigualdades) e ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima). Atenção à equidade garante que as pessoas menos favorecidas tenham condições de proteger seus meios de subsistência e viver com dignidade, e que aqueles responsáveis pelos custos de adaptação ou mitigação tenham apoio técnico e financeiro para permitir uma transição justa. Esta é a esperança de todos.

E agradecendo novamente a oportunidade para apresentar esses resultados, termino a minha apresentação, agradecendo a atenção de todos vocês, e informando que tanto a apresentação quanto o texto associado estarão disponíveis no site do Congresso e no site da ABES. Uma excelente noite a todos e todas.

SITE DO IPCC: www.ipcc.ch (todos os relatórios do IPCC, além do Atlas Interativo) podem ser encontrados neste site.