

Ações antrópicas e o surgimento de pandemias: qual o papel da engenharia ambiental nesse contexto?

Anthropic actions and the emergence of pandemics: what is the role of environmental engineering in this context?

Acciones antropicas y lo surgimiento de la pandemia: ¿cuál es el papel de la ingeniería ambiental en este contexto?

Recebido: 14/07/2020 | Revisado: 20/07/2020 | Aceito: 28/07/2020 | Publicado: 06/08/2020

Maria Júlia Lopes Tavares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0820-621X>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: majulopestavares@gmail.com

Caroline da Silva Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3512-0267>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: carolinefernandes2007@gmail.com

Paula Fernandes de Albuquerque Maranhão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8718-816X>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: paulafam10@gmail.com

Marcelo Borges Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4472-7423>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: rochamarcelo36@yahoo.com.br

Pedro Miguel Marques da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8839-2878>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: pedro_mmco@hotmail.com

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as relações que existem entre ações antrópicas e o surgimento de novas doenças. Além disso, discutir que ações, executadas principalmente por Engenheiros Ambientais, podem ser realizadas frente a essa problemática. Para isso, focou em

dois problemas ambientais: manuseio de animais silvestres e desmatamento. O estudo foi de caráter teórico, tendo como metodologia a leitura e análise de trabalhos publicados sobre os temas tratados, na tentativa de articular com o surgimento do Sars-Cov-2. Como resultado, foi observado que impactos ambientais causados por ação antrópica possuem estreita relação com o surgimento e a propagação de doenças. A exemplo disso, destaca-se a Covid-19 que pode ter surgido pelo não cumprimento das normas de biossegurança no mercado de Wuhan, na China. Concluiu-se que caso não se repensem as formas como temos interagido com a natureza, há a possibilidade de emergir novas pandemias. Desta forma, torna-se fundamental o papel de profissionais, como os engenheiros ambientais, para a mitigação dos impactos ambientais e, conseqüentemente novos surtos de doenças.

Palavras-chave: Ações antrópicas; Pandemias; Covid-19; Engenharia ambiental.

Abstract

This research aimed to investigate the relationships that exist between human actions and the emergence of new diseases. In addition, discuss what actions, carried out mainly by Environmental Engineers, that can be performed in the face of this problem. For that, it focused on two environmental problems: handling of wild animals and deforestation. The study was of a theoretical character, having as methodology the reading and analysis of published works on the treated themes, in an attempt to articulate with the emergence of Sars-Cov-2. As a result, it was observed that environmental impacts caused by anthropic action are closely related to the emergence and spread of diseases. As an example, Covid-19 stands out, which may have arisen due to non-compliance with biosafety standards in the Wuhan market, in China. It was concluded that if the ways in which we have interacted with nature are not rethought, there is the possibility of new pandemics emerging. In this way, the role of professionals, such as environmental engineers, to mitigate environmental impacts and, consequently, new disease outbreaks, becomes essential.

Keywords: Anthropic actions; Pandemics; Covid-19; Environmental engineering.

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo investigar las relaciones que existen entre las acciones humanas y la aparición de nuevas enfermedades. Además, discuta qué acciones, llevadas a cabo principalmente por ingenieros ambientales, se pueden realizar ante este problema. Para eso, se enfocó en dos problemas ambientales: manejo de animales salvajes y deforestación. El estudio fue de naturaleza teórica, teniendo como metodología la lectura y el análisis de

trabajos publicados sobre los temas tratados, en un intento de articular con la aparición de Sars-Cov-2. Como resultado, se observó que los impactos ambientales causados por la acción antrópica están estrechamente relacionados con la aparición y propagación de enfermedades. Como ejemplo, se destaca Covid-19, que puede haber surgido debido al incumplimiento de las normas de bioseguridad en el mercado de Wuhan, en China. Se concluyó que si no se repensan las formas en que hemos interactuado con la naturaleza, existe la posibilidad de que surjan nuevas pandemias. De esta manera, el papel de los profesionales, como los ingenieros ambientales, para mitigar los impactos ambientales y, en consecuencia, nuevos brotes de enfermedades, se vuelve esencial.

Palabras clave: Acciones antrópicas; Pandemias; Covid-19; Ingeniería ambiental.

1. Introdução

O ser humano ao longo dos séculos modificou consideravelmente o ambiente em sua volta para que este se adapte às suas necessidades. No entanto, estas mudanças tiveram consequências prejudiciais aos ecossistemas, como o caso da devastação de áreas florestais no planeta, da poluição de ambientes aquáticos, da redução da biodiversidade, dentre outras. Desta forma torna-se relevante discutir as relações estabelecidas entre os sistemas sociais e naturais. No caso do presente artigo será dado enfoque ao papel das atividades antrópicas com a disseminação de doenças infecciosas.

Dentre as principais consequências das múltiplas transformações geradas por ações antrópicas, serão abordadas neste artigo problemáticas como: desmatamento, queimadas, biossegurança na manipulação de animais silvestres e relação destes impactos como o surgimento e propagação de doenças, em especial a Covid-19. Segundo Arraes (2012), no Brasil, o desmatamento na Amazônia chega a 20.000 km² anualmente. Em relação a estas ações, Silva (2017, p.5) afirma:

As mudanças e o progresso são necessários para o desenvolvimento da espécie humana, tais mudanças originaram-se há muito tempo, porém o progresso não pode ser usado como justificativa ou pano de fundo para ações antrópicas, que ocasionalmente interferem negativamente no ciclo de vida de animais, através de desmatamento ilegal, uso predatório de recursos naturais, caça ilegal, tráfico de animais silvestres, poluição dos recursos hídricos, entre outros.

Avançando nesta problemática, chama-se atenção para o fato de que os animais silvestres podem ser ponto de origem de 70% dos patógenos zoonóticos conhecidos, e ainda podem se apresentar assintomáticos (Viana, Rizzo & Freire, 2016). Por isso, destaca-se a importância de discutir aspectos relacionados à biossegurança, já que é um termo referente a minimização dos riscos da transmissão de agentes biológicos ou microbiológicos aos animais ou humanos.

Dentro do contexto atual, em que pandemia da Covid-19 se espalhou pelo mundo, necessita-se aprofundar a discussão sobre até que ponto o ser humano é capaz de interferir na natureza, já que segundo Vianna (2020), a destruição dos habitats naturais para expandir os setores agrícola, industrial e urbano, resultaram no início do que os cientistas chamam de sexta extinção em massa da vida na Terra em quatro bilhões de anos do planeta.

Assim, tornam-se necessárias ações efetivas sobre os causadores das interferências do ser humano na natureza, por meio de propostas e soluções capazes de mitigar os impactos ambientais. Entre elas, destacamos a atuação de profissionais capacitados no sentido de planejarem e executarem ações em prol do meio ambiente, como por exemplo, o Engenheiro Ambiental. Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo investigar as relações que existem entre ações antrópicas e o surgimento de novas doenças. Além disso, discutir que ações, executadas por Engenheiros Ambientais, podem ser realizadas frente a essa problemática. Para isso, focou em dois problemas ambientais: manuseio de animais silvestres e desmatamento. O estudo foi de caráter teórico, tendo como metodologia a leitura e análise de trabalhos publicados sobre os temas tratados, na tentativa de articular com o surgimento do Sars-Cov-2.

2. Histórico de Emergência das Zoonoses

Uma análise na história da humanidade revela que não há evento, seja guerra ou desastres naturais como terremoto, que teve mais impactos do que aqueles de emergência sanitária, de forma epidêmica ou não, causados por vírus, bactérias e parasitas. Isso acontece devido a característica dos patógenos serem auto replicantes. Tal afirmação é concretizada pelo fato de no século XIX a expectativa de vida ser apenas de 29 anos, que mais tarde foi aumentada devido ao saneamento e criações de remédios e vacinas (Walsh, 2020).

A velocidade de dispersão global de pandemias é maior do que em qualquer outro período por causa do sistema-mundo integrado, no entanto, a ideia da criação de tal sistema

remonta às grandes navegações do século XVI, onde é observado o início de maiores intercâmbios microbianos (Pennesi, 2020).

A primeira grande pandemia que existiu foi a gripe espanhola em 1918 que teve seu poder de propagação devido a Primeira Guerra Mundial, na qual cerca de 50 a 100 milhões de pessoas foram mortas, número que ultrapassa as mortes da guerra em si (Walsh, 2020). Destaca-se que a possível rapidez na propagação da doença se deu pela mutação do vírus Influenza de aves para humanos, não tendo seu local de origem confirmado.

As zoonoses - enfermidades naturalmente transmissíveis entre os animais e o ser humano- sempre existiram e houve alarmes de pandemias recentes, como o Ebola com diversos surtos desde 1976, com possível surgimento nos morcegos; a “doença da vaca louca” nos anos 90, onde acredita-se que o gado tenha sido infectado por ser alimentado com farinha de carne e ossos de outros bovinos; as gripes aviária (2005) e suína (2009); e também os recentes surtos de Dengue, Febre amarela, Febre de Mayaro, Zika e Chikungunya, todos ligados ao mosquito *Aedes aegypti* (Pennesi, 2020).

Apesar de terem existido muitas pandemias na história, apenas nos últimos vinte anos é que apareceram os primeiros trabalhos voltados para os fatores que explicam a emergência de infecções humanas. A principal iniciativa foi do Instituto de Medicina, da Academia Nacional de Ciências dos EUA que, em uma série de publicações, elencou os fatores de ordem socioambiental e médico-biológicos que influenciam os eventos de emergência (Confalonieri, 2010), sendo os principais os ambientais (desmatamento e mudança climática) e biológicos (genéticas e adaptação microbiana). No entanto, as pesquisas ainda precisam de aprofundamento para alcançar o nível de prevenir possíveis emergências no futuro.

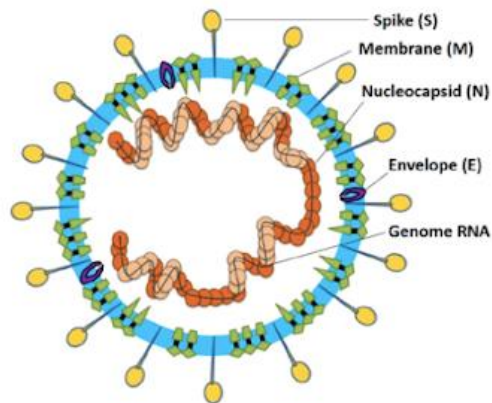
A pandemia que está acontecendo em 2020, por conta do novo vírus Sars-CoV-2, causador da Covid-19, é a terceira de coronavírus nos últimos 20 anos. A primeira foi a Sars-CoV em 2003, originada em gatos-de-algália infectados por morcegos, a Mers-CoV em 2012 originada nos camelôs e agora o Sars-CoV-2 cuja origem será problematizada a seguir (Pennesi, 2020). Observa-se assim, a importância de pesquisas na área de segurança da saúde e biossegurança, principalmente a de animais, como tecnologia governamental de alcance global.

3. Surgimento da Covid-19: Possíveis Explicações

A origem do vírus Sars-CoV-2, responsável pela pandemia que vem assolando o mundo, ainda é pauta de discussão em diversos laboratórios de pesquisa no mundo. Por

enquanto, não existem vacinas e medicações específicas com eficácia e segurança comprovadas para o tratamento da Covid-19 (Silva et al., 2020). Sabe-se que o vírus faz parte da família Coronaviridae e possui trimeros da proteína S (*spike protein*), que se aderem às células humanas por mediação das enzimas receptoras ACE2 (Fig. 1).

Figura 1 - Estrutura viral do Sars-CoV-2.



Fonte: Li G et al. (2020).

A partícula viral possui formato esférico com tamanho aproximado de 125 nm de diâmetro revestido por um envoltório de caráter fosfolipídico. Em relação ao genoma, é composto por uma fita simples de RNA associada a proteínas, formando o nucleocapsídeo. Deste envelope partem projeções em forma de espículas formadas pela spike protein conferindo um aspecto de coroa, por isso a denominação coronavírus (Andersen, 2020).

O primeiro caso oficial de Covid-19 foi em dezembro de 2019, em Wuhan, China (Wu et al., 2020). A maioria dos 50 primeiros casos de Covid-19 foram de pessoas expostas no Mercado Huanan, conhecido pela comercialização de frutos do mar e animais silvestres, que muitas vezes são abatidos no próprio local. Poucas semanas após a constatação do primeiro caso, deduziu-se, através de pesquisas, que a origem do vírus seria provavelmente os morcegos, que já eram conhecidos por serem hospedeiros do Sars-CoV (Wu et al., 2020). Essa dedução pode ser explicada pela alta similaridade (aproximadamente 95%) entre o fluido broncoalveolar (líquido que contém amostras de microrganismos, células e secreções do trato respiratório humano) de um paciente contaminado por Covid-19 com o Bat SL-CoVZC45, vírus que havia sido coletado de um morcego também na China.

Segundo Gruber (2020), alguns estudos defendem a ideia de que os pangolins, animais típicos da Ásia e da África, possam ser os transmissores iniciais, tendo em vista a presença de

coronavírus com similaridade de 85,5% a 92,4% com o genoma do Sars-CoV-2, ainda que não fossem comercializados no mercado de Huanan. Vale ressaltar que a similaridade verificada é menor do que a evidenciada com o coronavírus presente nos morcegos anteriormente mencionados.

Ademais, existem estudos que analisam a modelagem estrutural e interação entre a proteína S presente no vírus e a proteína humana receptora ACE2, visando identificar os principais candidatos a hospedeiros intermediários do Sars-CoV-2. Através deles pode-se concluir que dentre alguns animais testados, os hamsters foram os que possuíram maior afinidade com essas proteínas (Chan et al., 2020). Porém, pensando no fato de que grande parte dos casos pioneiros foram em pessoas que frequentaram o mercado de Huanan e, que pelos hamsters não serem comercializados no local, o rato de bambu foi tido como um candidato pela grande semelhança com os hamsters e por ser um dos animais disponíveis para venda nos mercados chineses, sendo muito popular na culinária regional.

Dessa forma, pode-se inferir que o surgimento do Sars-CoV-2 nos humanos foi a partir de ação antrópica, uma vez que o manuseio incorreto de animais no mercado de Wuhan colaborou com a propagação deste vírus para outros animais e, em seguida, para o ser humano. Observa-se assim, a necessidade de um maior rigor no manuseio de animais em todos os locais que lidem com eles.

4. Biossegurança no Manuseio de Animais

Os animais silvestres podem ser agentes disseminadores de diversas doenças para o homem, portanto, devem ser considerados pontos importantes para a saúde pública. A criação destes animais em cativeiro é aceita e admirada por boa parcela da sociedade. Entretanto, esta prática pode se tornar um risco para os trabalhadores de diversos estabelecimentos, bem como para os visitantes se medidas de biossegurança e biosseguridade não forem implantadas (Viana et al., 2016).

A maioria das doenças infecciosas humanas tem caráter zoonótico. Tanto microparasitas (bactérias, vírus, fungos e príons) como macroparasitas (helmintos e ectoparasitas) atingem a espécie humana oriundos de animais tanto de forma direta como indireta (Monteiro, 2008). Como já citado, o risco de doenças para a saúde humana e dos animais aumenta quando não se adotam medidas de biossegurança e, quando analisadas em zoológicos, a dificuldade de implementação de ações é muito grande, pois quase sempre há limitações orçamentárias e surgem outras prioridades.

Uma medida normalmente negligenciada nos zoológicos é o destino dos resíduos orgânicos. Com o aperfeiçoamento da legislação ambiental no país, o descuido com o meio ambiente vem sendo substituído por uma mentalidade mais consciente, e bons projetos têm sido executados em vários zoológicos brasileiros.

A biossegurança nos zoológicos pode ser definida como a implementação de um conjunto de políticas e normas operacionais rígidas que terão a função de proteger os animais silvestres contra a introdução de qualquer tipo de agente infeccioso (Cubas, 2008). Os zoológicos desempenham importantes funções socioambientais, havendo como destaque sua contribuição para estratégias globais de conservação da biodiversidade, além de serem importantes centros de pesquisa e conscientização ambiental, pois atraem milhões de visitantes todos os anos.

Sendo assim, a disseminação de patógenos nos zoológicos é bastante facilitada, por ser um local em que animais selvagens de diferentes regiões ficam confinados em espaços pequenos, e também devido a existência da interferência antrópica permanente. Por isso, um recinto de animais planejado com critérios sanitários reduz muito o risco de concentração de patógenos e favorece o manejo dos animais. Um setor considerado de segurança máxima em um zoológico é o de preparo de alimentos (ou cozinha dos animais), pois é onde pode surgir e ocorrer a disseminação rápida dos patógenos.

Por exemplo, a prática de se aproveitar restos de alimentos e carcaças de animais atropelados ou descartados para uso na alimentação dos animais de zoológico provou ser uma prática inadequada, pois aumenta a chance de introdução de doenças como toxoplasmose, salmonelose, entre outras (Cubas, 2008). Com isso, pode-se ressaltar que a conservação ambiental e o controle de zoonoses (de e para animais silvestres) estão intimamente relacionados, ou seja, pensar em soluções e formas de mitigar um é ajudar no controle do outro (Monteiro, 2008).

Um ecossistema diverso, pouco poluído química e organicamente, colonizado por uma população (animais e pessoas) que se alimenta de forma saudável (Monteiro, 2008), é um ecossistema menos propenso a ser invadido prejudicialmente pela fauna e flora. Sendo assim, é de extrema importância que os administradores de zoológicos tenham em mente que a saúde animal deve ser prioridade na instituição e sem eles, a organização não tem sentido de existir.

Entretanto, não existe grande preocupação somente na manipulação de animais silvestres em zoológicos. Outra questão que necessita de uma emergente busca pela minimização de seus impactos e propostas de soluções é o comércio ilegal de animais silvestres e de seus subprodutos, que ameaça segundo Vilela, Barreto & Oliveira (2016)

grande parte dos mamíferos e aves em todo o mundo. No entanto, apesar da forte pressão que exerce sobre a biodiversidade, existem poucos dados confiáveis sobre o tráfico de animais no planeta, principalmente porque o comércio clandestino de fauna silvestre, por sua própria natureza, é obscuro.

Ademais, não existem muitas investigações abrangentes e recentes sobre o comércio ilegal de animais silvestres no Brasil. No entanto, pelos relatos mais recentes de apreensões locais ou regionais, pode-se estimar que dezenas ou centenas de milhares de animais são retirados por ano ilegalmente do ambiente natural para atender ao mercado nacional, de acordo com Vilela et al. (2016).

Apesar dos dados já relatados demonstrarem a imensa necessidade de busca por possíveis soluções, de acordo com Borges (2018), há uma considerável defasagem de dados oficiais brasileiros no que diz respeito ao tráfico de animais. Não existe, por parte das instituições governamentais nacionais, um estudo regular sobre a situação da fauna silvestre comercializada ilegalmente, de modo a que se possa estabelecer um controle, uma fiscalização, uma repressão maior a esta atividade ilícita. O que se encontra nas páginas de internet do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Ministério do Meio Ambiente, na maioria das vezes, são notícias esparsas sobre operações de fiscalização, apreensões de cargas faunísticas ilegais ou promoção de eventos sobre preservação ambiental.

Segundo Borges (2018), afirma-se que, por mais abrangente que seja a legislação ambiental brasileira atual, ela não é repressiva o bastante para conter o tráfico de animais no país. Os entraves na legislação são considerados uma das dez maiores dificuldades no combate ao tráfico de animais silvestres no Brasil (Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres [RENCTAS], 2001).

Correlacionando tais fatores ao Sars-CoV-2, considerou-se como provável foco inicial da contaminação o manuseio de animais vivos, com trabalhadores e clientes de um mercado atacadista de frutos do mar, que estiveram entre os primeiros casos de pessoas infectadas, cerca de 55% dos 47 casos reportados até o dia 1º de janeiro de 2020 (Filho et al., 2020). Este mercado conforme as primeiras informações veiculadas, foi visto como o epicentro da contaminação, também chamado de “Mercado úmido”, devido à comercialização, entre outras coisas, de animais vivos (selvagens e domesticados) e carne fresca (sem refrigeração e embalagem) (Perrota, 2020).

Essas situações, a exemplo de outras, mostram que tanto o exercício das atividades laborais quanto às condições de trabalho são fontes potenciais de exposição ao vírus. É fundamental entender, portanto, de que maneira as atividades e condições de trabalho podem contribuir para a disseminação e, sobretudo, para o estabelecimento de estratégias para o enfrentamento da pandemia (Filho et al., 2020, p.1).

Com isso, mostra-se que a ausência da biossegurança na manipulação de animais silvestres, tanto em zoológicos quanto no comércio ilegal, em feiras e eventos proporciona a disseminação e contágio de diversas zoonoses existentes nesses animais que, fora de seus habitats, são capazes de transmitir aos seres humanos de forma abrupta e acelerada, permitindo o surgimento de pandemias, como por exemplo, a Covid-19.

5. Relação Agroindústria e Desmatamento *versus* Doenças Infecciosas

Segundo Ribeiro (2020), fatores como a criação industrial de animais e o desmatamento também influenciam diretamente na proliferação de epidemias. O autor mencionado também mostra que em países como o Brasil, a agropecuária é responsável por 80% do desmatamento e hoje, 75% das áreas destinadas a agroindústria têm por finalidade a criação de animais em massa. Além de contribuir para o desmatamento, esses ambientes costumam criar grandes aglomerações de animais, o que facilita a disseminação e multiplicação de doenças, muitas delas causadas por vírus, que acabam por sofrer mutações e ao serem transmitidos para seres humanos tornam-se mais contagiosos e infecciosos.

Em segundo plano, o desmatamento e as queimadas são processos que antecedem, além das áreas pecuaristas, a produção agrícola e a urbanização. A agricultura é, em sua maior parte, de monocultura e extensiva, e modifica em grandes proporções os biomas. Estes, por sua vez, sofrem com diminuição da biodiversidade, a exposição e migração de animais silvestres para áreas habitadas por humanos, configurando-se como transmissores diretos ou indiretos de enfermidades.

Dessa forma, reservatórios de doenças, antes de caráter silvestre, migram e se adequam a regiões urbanas, tornando os homens vulneráveis a doenças que outrora eram exclusivas das matas (Brito, 2014). Como exemplo dessa afirmação, pesquisas mostram que um aumento de 4% do desmatamento na Amazônia foi capaz de ampliar cerca de 50% os casos da incidência de malária local (Altieri & Nicholls, 2020).

No entanto, mesmo diante dessas informações, durante a atual pandemia da COVID-19, dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostram um

aumento de 51% do desmatamento na Amazônia em comparação ao mesmo período do ano passado. Essa é uma área com inúmeras espécies de animais com diferentes patógenos que possuem potencial para serem transmitidos aos seres humanos, ou seja, a qualquer momento novas pandemias podem acontecer.

Diante do que foi exposto até o momento podemos questionar sobre como profissionais da área ambiental podem atuar em um contexto de impactos ambientais e expansão de pandemias no planeta. No caso do presente estudo, discutiremos com a Engenharia Ambiental pode contribuir para a mitigação destas questões.

6. Qual o Papel da Engenharia Ambiental Frente a Pandemias e os Impactos Ambientais?

O desenvolvimento da sociedade urbana se deu de forma desorganizada, pois o ser humano, por vezes, desconsidera muitos sinais que demonstram o desequilíbrio ecológico, que pode se tornar uma grande complicação, inclusive, nas questões de saúde pública. Esse fato é notado nos tópicos anteriores, já que o desmatamento excessivo, por exemplo, não era levado em consideração como um problema, visto que este iria proporcionar produção agrícola e urbanização. É nesse contexto que a profissão de Engenheiro Ambiental se colocou em evidência, com habilidades adquiridas ao longo dos anos de formação, podendo atuar como ferramenta de transição neste processo de conciliação de desenvolvimento e melhoria de qualidade de vida com a proteção ambiental, tendo como base os novos paradigmas (Moraes, 2016).

A Engenharia Ambiental, como uma modalidade da engenharia, veio contribuir para as lacunas observadas nas engenharias tradicionais que não incluíram em seus procedimentos os conceitos de respeito ao meio ambiente, à sua capacidade suporte em termos de exploração dos recursos naturais e, de devolução de resíduos (Calijuri & Cunha, 2012). Esta área possui importantes contribuições históricas frente a desafios de saúde e segurança, por promoverem técnicas de tratamento de resíduos e estudos cruciais sobre a ocorrência, continuidade e difusão de vírus na natureza (Ghernaout & Elboughdiri, 2020).

A graduação em Engenharia Ambiental é multidisciplinar, abrangendo as áreas de Biológicas, Exatas e Humanas, o que permite ao Engenheiro Ambiental atuar em todas as áreas relacionadas ao meio ambiente. Assim, o Engenheiro Ambiental pode atuar em indústrias, empresas, órgãos públicos, *etc.*, seja no meio urbano e/ou rural. Suas atividades podem estar relacionadas, por exemplo, com o diagnóstico, a avaliação, o

manejo, o tratamento e o controle de problemas ambientais, além do projeto, implantação e monitoramento da solução. Mais especificamente, podem trabalhar, por exemplo, com projetos na área de saneamento (esgoto, drenagem, resíduos sólidos, etc.); monitoramento da qualidade da água, ar, e solo; remediação ambiental; avaliação dos impactos ambientais de um produto, processo ou atividade; licenciamento ambiental; pesquisa e desenvolvimento; sistemas de gestão ambiental; entre outros (Moraes, 2016, p.2).

Observa-se que o contato direto do engenheiro ambiental com órgãos ambientais contribui com a criação de leis e planos de ação sobre diversas questões como, por exemplo, o desmatamento e a biossegurança, que foram analisados ao longo do texto como medidas mitigadoras para a proliferação de doenças.

Em relação ao controle do desmatamento, cabe ao profissional do meio ambiente a execução do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). Segundo Spadotto (2014), o PRAD trata-se de um trabalho interdisciplinar que envolve atividades com máquinas, recomposição vegetal e animal, topografia, dentre outras. Para a aplicação deste plano é necessário conhecimento das leis, como exemplo, a Lei 12651/2012 que estabelece áreas de preservação permanente e a exploração florestal (Brasil, 1988).

Seguindo o âmbito da legislação, a Lei 9605/98 diz respeito aos crimes contra a fauna com penalidade considerando as consequências para a saúde pública e para o meio ambiente. Esta, por sua vez, relaciona-se com a biossegurança no manuseio dos animais. O engenheiro ambiental apesar de não possuir ação concreta na execução deste assunto, pode atuar na fiscalização das leis relacionado a ele, tendo em vista que fazem parte do artigo 225 da Constituição Federal referente ao meio ambiente.

No contexto da pandemia, o profissional em meio ambiente possui papel fundamental para a redução na transmissão de doenças. No caso da Covid-19, por exemplo, a transmissão de humano para humano acontece não somente através do contato com superfícies infectadas e inalação do vírus no ar, mas também pelo descarte inadequado de resíduos contaminados. Além disso, estudos recentes mostram que o coronavírus permanece infeccioso na água e no esgoto, sendo levado em consideração assim a transmissão fecal por pacientes infectados também (Ghernaout & Elboughdiri, 2020).

Nota-se uma relação inversa em que há um aumento na propagação se a qualidade de saneamento for pobre ou ruim. Tal afirmação justifica-se pelo fato de as fezes infectadas nas águas residuais poderem formar outras vias de transmissão através da formação de aerossóis carregados de vírus durante a descarga das águas contaminadas (Ghernaout & Elboughdiri, 2020). Isso foi observado em um sistema de esgoto com defeito de um conjunto residencial

em Hong Kong em 2003, no qual estaria relacionado à erupção da SARS em um grande número de residentes que moravam nos prédios vizinhos, mostrando, dessa forma, que a contribuição do aerossol a partir do esgoto poluído na transmissão da Covid-19 deve ser monitorada.

Além de tratamento do esgoto e da água, o gerenciamento de resíduos sólidos, tanto residencial quanto hospitalar, é de extrema importância para impedir a proliferação de doenças entre os profissionais de saúde e profissionais de limpeza, sendo o responsável por tais ações o engenheiro ambiental. A manifestação, resistência e comportamento do vírus da atual pandemia em campos naturais devem ser controladas, necessitando da melhoria de métodos automáticos de alto rendimento para observação de vírus (Ghernaout & Elboughdiri, 2020). Dessa maneira, o papel da engenharia ambiental frente a pandemias torna-se fundamental, uma vez que os estudos nesse campo podem diminuir a seriedade destas, tanto antes da urgência como durante.

7. Considerações Finais

Em virtude dos estudos apresentados neste artigo, é possível chegar à conclusão que há relação entre as ações antrópicas apontadas e a propagação de doenças provenientes de animais por vírus, bactérias ou parasitas - as chamadas zoonoses. Esse fato se concretiza com a análise de pandemias anteriores durante a história da humanidade e suas possíveis causas, assim como o surgimento do atual surto de Covid-19.

Dentre as intervenções humanas observadas está o manuseio de animais, referente a zoológicos, grandes feiras e mercados populares, no qual a disseminação de patógenos é alta, por serem espaços com animais selvagens de diferentes regiões confinados em áreas pequenas. A biossegurança nestes locais é de extrema importância para que novas doenças não sejam transmitidas a humanos e a outros animais. Tal ação é realizada por biólogos e veterinários, fiscalizada pelo engenheiro ambiental, classificando-se como preventiva de futuras pandemias.

Além disso, também foi apontado como o desmatamento descontrolado é capaz de tornar o ser humano vulnerável a enfermidades, dado que os animais presentes no ambiente destruído migram para regiões urbanas. Novamente, o Engenheiro Ambiental possui papel fundamental na busca do controle dessa ação, auxiliando na elaboração de leis postas em prática pelo Ministério do Meio Ambiente.

Conclui-se que por serem ações humanas que desencadeiam pandemias, o Engenheiro Ambiental é capaz de propor soluções que possam impedir algumas urgências no futuro. Assim, estes profissionais, como outros da área ambiental, participam efetivamente para redução dos problemas já existentes e minimizam a transmissão e propagação do vírus por meio de um bom monitoramento dos aspectos citados anteriormente e gerenciamento de resíduos.

Esta pesquisa limitou-se a analisar apenas dois problemas ambientais que possuem relação direta com a disseminação de novos vírus, o que demonstra que o tema não se esgota apenas sobre manuseio de animais e desmatamento. E, ainda, por ter focado no papel do Engenheiro Ambiental não desconsidera a importância de outros profissionais, como Biólogos e Gestores Ambientais. Com isso, o presente artigo busca servir de reflexão para todas as interferências humanas na natureza que não são feitas de forma sustentável e suas consequências, além de contribuir para futuros estudos relacionados ao antropoceno e novas pandemias.

Referências

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). La Agroecología en tiempos del Covid-19. *University of California, Berkeley. Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas CELIA*, 1-6.

Andersen, G. K., Rambaut, A., Lipkin, I. W., Holmes, C. E., & Garry, F. R. (2020). A origem proximal do SARS-CoV-2. *Atas ... Nature Medicine*, 26, 450 – 452.

Arraes, R. D. A., Mariano, F. Z., & Simonassi, A. G. (2012). Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 50(1), 119-140.

Borges, B. T. (2018). *Combate ao tráfico de animais silvestres no Brasil: análise sobre as fragilidades*. Conteudo Juridico, Brasilia-DF: Recuperado de <https://conteudojuridico.com.br/consulta/artigos/51702/combate-ao-trafico-de-animais-silvestres-no-brasil-analise-sobre-as-fragilidades>.

Brasil, Constituição Federal. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República.

Brito, R. (2014). *Impactos das ações antrópicas na urbanização de doenças. Encontro Internacional de Iniciação Científica da FAMINAS-BH: Ciência, ética e inovação.*

Calijuri, M., & Cunha, D. G. F. (2012). Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão. *Elsevier Editora Ltda.*

Chan, J. F. W., Zhang, A. J., Yuan, S., Poon, V. K. M., Chan, C. C. S., Lee, A. C. Y., & Liang, R. (2020). Simulation of the clinical and pathological manifestations of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) in golden Syrian hamster model: implications for disease pathogenesis and transmissibility. *Clinical Infectious Diseases*. Journal Article, 3-5.

Confalonieri, U. E. (2010). Emergência de doenças infecciosas humanas: processos ecológicos e abordagens preditivas. *Oecologia Australis*. Recuperado em 9 de junho, 2020, em <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/7100>

Cubas, Z. S. (2008). Biossegurança na manipulação de animais silvestres-biossegurança em zoológicos. *Ciênc. Vet. Tróp*, 11(Supl 1), 174-177.

Filho, J. M. J., Assunção, A. Á., Algranti, E., Garcia, E. G., Saito, C. A., & Maeno, M. (2020). A saúde do trabalhador e o enfrentamento da Covid-19. *Atas... Rev. bras. saúde ocup.* 45, São Paulo, 1-3.

Gheraout, D., & Elboughdiri, N. (2020). Environmental Engineering for Stopping Viruses Pandemics. *Open Access Library Journal*, 7(4), 1-17.

Gruber, A. (2020). Covid-19: O que se sabe sobre a origem da doença. *Jornal da USP*. Recuperado em 10 de junho, 2020, em jornal.usp.br/?p=314416

Li, G., Fan, Y., Lai, Y., Han, T., Li, Z., Zhou, P., & Zhang, Q. (2020). Coronavirus infections and immune responses. *Journal of medical virology*, 92(4), 424-432.

Monteiro, V. R. (2008). Biossegurança na manipulação de animais silvestres. *Atas...Ciênc. vet. tróp.* Recife-PE, 11, 170-173

Moraes, R. F. (2016). O Engenheiro Ambiental e o seu papel como ferramenta de transição para uma sociedade sustentável. *ABES-SP*.

Pennesi, R. Pandemias no antropoceno. (2020). *Revista Estudos Libertários*, 2(4), 56-63.

Perrota, A. P. (2020). Serpentes, morcegos, pangolins e ‘mercados úmidos’ chineses: Uma crítica da construção de vilões epidêmicos no combate à Covid-19. *Atas...Revista de Estudos de Conflito e Controle Social – Rio de Janeiro – Reflexões na Pandemia 2020 – 1-6*

Rede Nacional Contra o Tráfico de Animais Silvestres (RENCTAS) [National Network Against Animal Trafficking]. (2002). Primeiro relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre.[First report about the national trafficking of wild animals].

Ribeiro, S. (2020). Os latifundiários da pandemia. *ETC*. Recuperado de <https://www.brasildefato.com.br/2020/04/01/artigo-os-latifundiarios-da-pandemia-por-silvia-ribeiro>.

Silva, A., Cunha, A., Alves, G., Corona, R., Dias, C., Nassiri, R., Vedovelli, S., Araújo, M., Souza, K., Oliveira, E., Dendasck, C., & Fecury, A. (2020). Caracterização clínica e epidemiologia de 1560 casos de Covid-19 em Macapá/AP, extremo norte do Brasil. *Atas... Research, Society and Development*, 9(8), 4-5.

Silva, E. L. R. (2017). Riscos entre ações antrópicas e doenças de origem. *Atas... Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*, 15, 1-10

Spadotto, A. (2014). Influências legais na engenharia ambiental. *Atas...Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 11(2), 003-016.

Viana, F. J. C., Rizzo, M. D. S., & Freire, S. M. (2015). Biossegurança no manejo de animais silvestres em áreas de confinamento no Estado do Piauí. *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, 1(1), 23-27.

Vianna, N. L. F. (2020). Antropoceno e o Covid-19: Uma era de integração ou de controle da Natureza? *Atas... Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 8(1), 114-117

Vilela, D. A. D. R., Barreto, C., & Oliveira, D. M. P. D. (2016). Principais ameaças e medidas de salvaguarda aos animais silvestres. *MPMG Jurídico: Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais*.

Walsh, B. (2020). Covid-19: The history of pandemics. *BBC Future*. Recuperado de <https://www.bbc.com/future/article/20200325-covid-19-the-history-of-pandemics>

Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y. M., Wang, W., Song, Z. G., & Yuan, M. L. (2020). A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Atas...Nature*, 579, 265-269.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maria Júlia Lopes Tavares – 20%

Caroline da Silva Fernandes – 20%

Paula Fernandes de Albuquerque Maranhão – 20%

Marcelo Borges Rocha – 20%

Pedro Miguel Marques da Costa – 20%