

Considerações sobre a epidemiologia no campo de práticas de saúde ambiental

Notes on Epidemiology for Environmental Health Practices

Marisa Palácios

Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ

Volney de Magalhães Câmara

Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ

Iracina Maura de Jesus

Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas, Fundação Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, Belém-PA

Resumo

O objetivo deste artigo é discutir algumas questões relacionadas à especificidade da epidemiologia aplicada ao contexto ambiental, que lhe impõe características especiais. O ambiente possui, pelo menos, duas dimensões em mútua interação: uma constituída de práticas sociais delineadas historicamente; outra, enfocada sob a luz do conhecimento científico. A primeira tem a Declaração do Rio-92 como pano de fundo; e a segunda, teórico-conceitual, introduz a epidemiologia em um modelo de compreensão que articula três áreas: produção, ambiente e saúde. Em seguida, são destacados alguns pontos emergentes do desenvolvimento da epidemiologia no campo ambiental: a especificidade do objeto, a complexidade das situações de risco e a interdisciplinaridade. Como exemplo prático da aplicação da epidemiologia ambiental, é discutida a constituição de um sistema de informações em saúde ambiental, esteio da Vigilância Ambiental em Saúde.

Palavras-chave: vigilância; saúde ambiental; epidemiologia; vigilância ambiental.

Summary

The objective of this article is to discuss some subjects related to the specificity of epidemiology when it is applied to the environmental context, which imposes special characteristics to epidemiology. The environment possesses at least two interacting dimensions: one constituted of social practices historically delineated and another including theories from scientific knowledge. The first dimension of that context has the Rio-92 Declaration as background, and the second one, theoretical-conceptual, introduces epidemiology in a model that articulates three areas: production, environment and health. Afterwards, some points of that emerge development of environmental epidemiology are highlighted: the object specificity, the complexity related to the risk situations and interdisciplinarity. A practical example of application of environmental epidemiology through the initiation of an environmental health information system is discussed, in order to support Environmental Health Surveillance.

Key words: surveillance; environmental health; epidemiology; environmental surveillance.

Endereço para correspondência:

Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva /UFRJ, Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Av. Brigadeiro Trompowsky, s/n, ala sul, Rio de Janeiro-RJ. CEP: 21941-590
E-mail: palacios@nesc.ufrj.br

Introdução

Nos últimos anos, tem sido observado um maior número de estudos que procuram relacionar saúde e ambiente. A ecologia e o desenvolvimento sustentável são exemplos de questões que preocupam cidadãos e estudiosos de todo o planeta e mobilizam organizações governamentais e não governamentais em defesa do meio ambiente e da saúde humana. Legar às futuras gerações um ambiente mais saudável é um grande desafio. Entre as principais ações do governo brasileiro nessa área, destaca-se a implantação da Vigilância Ambiental em Saúde.

Vigilância Ambiental em Saúde é “*um conjunto de ações que proporciona o conhecimento e a detecção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de identificar as medidas de prevenção e controle dos fatores de risco ambientais relacionados às doenças ou outros agravos à saúde.*”¹ São, portanto, informações necessárias sobre: as situações de risco existentes (físicos, químicos, biológicos, mecânicos, ergonômicos e psicossociais); as características especiais do ambiente que interferem no padrão de saúde da população; as pessoas expostas; e os efeitos adversos à saúde. Para cada um desses grupos de informações, é fundamental a implementação de sistemas de monitoramento que incorporem processos de coleta de informações já existentes – e criem novos.

São inúmeras as disciplinas envolvidas nas discussões sobre o monitoramento das situações de risco e dos efeitos à saúde relacionados com o ambiente. Entre elas, a epidemiologia, que, pelo método científico, estuda a distribuição e os determinantes do estado de saúde-doença – seja pela incapacidade, morbidade ou mortalidade das populações –, oferecendo os instrumentos metodológicos necessários à orientação do processo da vigilância ambiental em saúde. Embora seja uma disciplina única, sua aplicação nos estudos sobre a relação entre o ambiente e a saúde apresenta especificidades que justificam a denominação de Epidemiologia Ambiental.

Neste artigo, são discutidas algumas questões relacionadas à especificidade da epidemiologia conferida pelo contexto ambiental, que lhe impõe características especiais. Esse contexto possui, pelo menos, duas

dimensões que interagem mutuamente e se completam. Por um lado, ele é político, social e econômico, constitui-se de práticas sociais delineadas historicamente e define para que e para quem a epidemiologia é útil, qual o seu impacto social possível. E por outro lado, à luz do conhecimento científico, abrange teorias importantes para a compreensão de como e em que situações utilizar, e como analisar os resultados dos estudos epidemiológicos em saúde ambiental.

Assim, características particulares do uso da

Entre as principais ações do governo brasileiro para garantir às futuras gerações um ambiente mais saudável, destaca-se a implantação da Vigilância Ambiental em Saúde.

epidemiologia na saúde ambiental impõem desafios aos seus empreendedores, relacionados à especificidade de seu objeto, à interdisciplinaridade e complexidade na constituição de um sistema de informações para a Vigilância Ambiental em Saúde. É o que pretendemos analisar neste trabalho.

Breve nota sobre a saúde ambiental

A primeira conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o meio ambiente, em 1972, foi um marco na história das políticas ambientais. Várias questões foram merecedoras de preocupação e intervenção dos Estados e de uma certa articulação internacional. O processo de tomada de consciência gradual – e global – do uso predatório do planeta e de seus recursos, capaz de inviabilizar a vida em sua superfície,² passa a ser correspondido por preocupações e ações articuladas nos níveis dos Estados nacionais e internacionais. Ganham visibilidade questões relacionadas à pobreza, aos custos do uso racional dos recursos naturais e ao desenvolvimento de novas tecnologias não poluentes e poupadoras desses recursos, bem como as disparidades entre países centrais e periféricos.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, consolidou, nos princípios da “Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento”, alguns pontos relevantes já apontados em

1972, a saber:

- É da sobrevivência do planeta que se trata. Assim sendo, todos os países são atingidos indistintamente. A responsabilidade de proteger o planeta para as gerações futuras é, portanto, de todos, guardado o respeito à equidade como princípio de justiça fundamental na distribuição dos ônus da mudança de rumo do desenvolvimento em direção à proteção ambiental.
- Os seres humanos ocupam o centro das preocupações – o que coloca a saúde humana em foco, articulada ao ambiente e ao desenvolvimento.
- O desenvolvimento sustentável almeja “garantir o direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza”, para as gerações presentes e futuras.

É assegurada a autonomia dos Estados (em termos de liberdade e responsabilidades) na promoção do desenvolvimento econômico; eles deverão responder, equitativamente, às necessidades de desenvolvimento humano e ambientais das gerações presentes e futuras. Introduce-se, de forma inequívoca, a associação entre o desenvolvimento, a proteção do ambiente (nosso lar) e a preservação da saúde e promoção do bem-estar humano de maneira sustentável, ao longo de gerações.

Em termos internacionais, esse é o contexto político onde se insere a discussão ambiental, para a qual a Rio-92 foi um marco. Nela, foi aprovada a Agenda 21, documento que estabelece uma série de orientações para a integração de ações em nível mundial, no sentido do desenvolvimento sustentável, da saúde humana e da proteção do ambiente.³

A sustentabilidade do modelo de desenvolvimento econômico, em termos de recursos naturais e sociais, impõe-se cada vez mais e com maior força. Independentemente de como o desenvolvimento, a saúde e o ambiente têm sido abordados e relacionados entre si, é a gestão democrática e ética dos espaços urbanos, rurais e naturais que poderá garantir a sustentabilidade de qualquer modelo de desenvolvimento. A ideia de sustentabilidade vincula-se à justiça social como equidade no acesso a recursos e bens e na implementação de ações com o objetivo de dirimir a pobreza, a fome e a desnutrição, promovendo uma vida saudável para todos – e, ao longo do tempo –, em benefício das futuras gerações. Essa ideia apóia-se, exclusivamente, na teoria e na prática de que os mais diversos e legíti-

mos grupos sociais, muitos deles com interesses contraditórios, podem-se reunir em torno de um objetivo principal e comum: a saúde da humanidade. Em torno dele, é possível construir programas e metas para serem negociados nos espaços democráticos, garantida a inclusão de todos os setores sociais interessados (empresários, comunidades, organizações de trabalhadores, governo, etc.) e de todas as áreas envolvidas (Saúde, Educação, Fazenda, etc.). A condição de base para que possa haver inclusão de determinados segmentos populacionais, geralmente excluídos das decisões de governo, é que haja informação disponível para todos.

Não se pode falar em integração de setores, parti-

Os instrumentos desenvolvidos pela epidemiologia permitem gerar informações que facilitam a decisão em todos os níveis de interesse e atuação em saúde e ambiente.

cipação da comunidade e da sociedade civil, ou ainda, em programa de vigilância, sem a sua matéria-prima: a informação de saúde. A disciplina que mais nos oferece dados à produção de informações acerca da saúde da população, em quantidade e qualidade, é a epidemiologia. A aplicação da epidemiologia na área ambiental é de importância capital, portanto. Na implantação do Projeto Vigisus pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), por exemplo, entre as principais ações estratégicas, encontra-se a estruturação de um sistema de vigilância ambiental em saúde.

No contexto político, econômico e social constituído de práticas e instrumentos desenvolvidos pela epidemiologia ao longo da história, é possível gerar informações capazes de auxiliar a tomada de decisões, em todos os níveis e setores, pelos grupos de interesses envolvidos nas questões de saúde e ambiente. Do ponto de vista do conhecimento, o contexto abrange teorias e conceitos que nos auxiliam a entender como e em que situações utilizar, e como analisar os resultados dos estudos epidemiológicos em saúde ambiental.

Para o conhecimento da relação saúde e ambiente, nas áreas de produção, ambiente e saúde, a multidisciplinaridade é essencial. Ela comporta uma

infinidade de abordagens e articulações inter e transdisciplinares que compreendem o ambiente como resultado de processos ecológicos conduzidos pela sociedade, mediante a aplicação das tecnologias e técnicas com as quais os humanos interagem com a natureza. São esses **ambientes** que podem configurar **situações de risco** para a saúde e a qualidade de vida dos seres humanos.⁴

O modelo conceitual, aqui adotado, baseia-se no entendimento de que as questões pertinentes às relações entre saúde e ambiente devem ser pensadas como integrantes de sistemas complexos. Um problema de saúde, uma epidemia de diarreia em uma determinada população ou uma situação de risco ambiental para a saúde humana – um depósito de resíduos perigosos em área urbanizada, por exemplo –, só podem ser tratados adequadamente se forem considerados os sistemas complexos em que estão inseridos. Pensar complexo, segundo Morin, é, antes de tudo, diferenciar e juntar. “*Complexus* significa o que é tecido junto”.⁵ Pensar complexo opõe-se à forma tradicional de conhecimento, que separa e reduz. Em saúde ambiental, seja qual for o problema a ser resolvido, se a tentativa for de reduzi-lo ao âmbito de apenas uma disciplina, certamente não serão encontradas possibilidades de gerar conhecimento que auxiliem a intervenção.

Pensar na complexidade das situações ambientais ou problemas de saúde a elas relacionados significa pensar em elementos articulados entre si, conformando situações sempre mutantes e que vão construindo, em um processo dinâmico característico, a sua própria história. A compreensão desse movimento e dessa história é que permite uma intervenção eficaz em situações de risco.

Ainda sobre o exemplo sugerido de uma epidemia de diarreia, se, em determinado momento, houver um aumento do número de casos em uma dada comunidade, os elementos componentes da situação podem ser diversos: contaminação da água pelo esgoto, desnutrição crônica favorecendo o aparecimento e a gravidade da diarreia, nível socioeconômico da comunidade bastante desfavorável, grau de escolaridade baixo que favorece a falta de informação sobre higiene pessoal e formas de proteção à saúde, aumento recente da população local (atraída pela indústria que se instalou nas proximidades), etc. Cada um desses elementos articula-se com os demais e o conjunto deve

ser pensado em permanente movimento. O exemplo da diarreia serve para se pensar a construção de um sistema com elementos locais, da comunidade, cuja organização ascenda do nível local, municipal, estadual e nacional até o nível planetário. Cada um desses níveis encontra-se em profunda articulação com os demais.

Suponhamos, ainda, que a nossa comunidade seja de profunda tradição rural e tenha a oportunidade de receber a sua primeira indústria. A iniciativa valorizaria, sobremaneira, os poderes executivo e legislativo locais, pela perspectiva da abertura de novos empregos e incremento na captação de recursos para a municipalidade. Entretanto, no âmbito estadual, persistiria a grande disparidade entre as regiões, dada a distribuição de recursos bastante concentrada em alguns poucos municípios da região metropolitana. No nível nacional, as diferenças se ampliariam. E em nível planetário, seria observada uma peculiar divisão da produção, que destinaria as indústrias mais poluentes aos países periféricos, em uma demonstração clara da exploração da situação de vulnerabilidade econômica e de carência – às vezes, de miséria absoluta – de parcelas significativas de suas populações.

Aqui, encontra-se exposto, de forma sucinta, o que pode ser pensado como **sistema**, cujos elementos interatuam – entre si e com o problema de saúde ou situação de risco ambiental que se queira enfrentar. Os elementos componentes desse sistema podem ser hierarquizados conforme a proximidade, viabilidade e grau de influência sobre o problema focalizado. Na nossa comunidade hipotética, a curto prazo, se não são viáveis alterações socioeconômicas significativas, pode ser possível consertar a rede de esgotos, conseguir recursos para o ensino e merenda escolar de qualidade, diminuindo o grau de desnutrição das crianças, etc.

Quando se pensa na contribuição da epidemiologia, esta deve ser considerada no processo de articulação produção-ambiente-saúde, em toda a sua complexidade. Anteriormente, quando foi citado Morin e a sua crítica à redução operada pelas disciplinas, o objetivo foi chamar a atenção do leitor para o fato de que o objeto *per se* da saúde ambiental – as relações entre saúde e ambiente – não é redutível. Todavia, é mister lançar mão de todo o conhecimento de que dispõe e tem gerado a epidemiologia, sem perder de vista seus limites, para enriquecer o seu poder de in-

tervenção no campo das relações entre saúde e ambiente.

Breve nota sobre a epidemiologia

A relação histórica da epidemiologia com as questões ambientais também é ilustrada em trabalhos clássicos como o de John Snow, na Londres do século XIX, em seu estudo sobre a transmissão do cólera e o papel das águas de abastecimento como veículo de propagação da doença, quando afirma, em sua conclusão, que *“as fezes dos doentes de cólera misturam-se com água usada para beber ou para consumo doméstico, seja atravessando o terreno que rodeia os poços ou cisternas ou ainda correndo por canais que deságuam em rios onde, algumas vezes, populações inteiras se abastecem de água”*. O autor pressupõe a importância do agente ambiental facilitador da exposição (a água) no cenário da manutenção e reprodução da epidemia.⁶

Inicialmente, o termo Epidemiologia foi atribuído ao estudo das epidemias. A introdução do raciocínio estatístico à investigação epidemiológica expandiu os seus limites para além das doenças infecciosas.

Antes mesmo de Snow, a relação da saúde com o ambiente estivera presente desde a Antiguidade, com destaque para a contribuição de Hipócrates e seus ensaios sobre a importância dos ares, águas e lugares como determinantes de diferenças na morbidade dos indivíduos.^{7,8} Também na Europa do século XIV, a peste bubônica tornou-se uma pandemia, exigindo ações com o intuito de controlar a disseminação da doença. Uma das medidas tomadas foi o estabelecimento de quarentena para os navios que aportavam em algumas cidades da Europa. Naquele momento, a observação de que fatores como a migração de contingentes humanos, características ou mudanças nas condições do ambiente influenciavam na propagação das doenças, tornou-se muito importante para levantar quais medidas deveriam ser tomadas no enfrentamento do problema.⁹

Posteriormente, a descoberta dos microorganismos imprimiu impacto ao desenvolvimento da epidemiologia, vinculando-a às ciências básicas da área médica e retardando a sua constituição como disciplina autônoma, afastando-a da perspectiva ambiental sob a qual ela nascera. No seu início, o termo Epidemiologia foi atribuído ao estudo descritivo das epidemias. Mais tarde, a partir da introdução do raciocínio estatístico nas investigações epidemiológicas, o objeto da epidemiologia torna-se cada vez mais diversificado, expandindo os seus limites para além das doenças infecciosas.¹⁰

Os anos 50 do século XX assistem a uma consolidação da disciplina, com aperfeiçoamento dos desenhos de pesquisa, estabelecimento de regras básicas da análise epidemiológica, fixação de indicadores típicos (incidência e prevalência), conceito de risco, desenvolvimento de técnicas de identificação de casos e identificação dos principais tipos de vieses.¹⁰

A seguir, nos anos 60, o advento da computação eletrônica amplia as perspectivas da epidemiologia, mediante a possibilidade de múltiplas análises e controle das variáveis confundidoras, além da possibilidade de trabalhar com grandes bancos de dados. Instala-se uma verdadeira revolução tecnológica nessa área, e os atuais modelos de análise representam uma aproximação cada vez mais afinada com a Matemática.¹⁰

Apesar das transformações ao longo da história, o modelo básico de análise epidemiológica mantém-se firmado no modelo etiológico. O que se busca é colocar em evidência uma associação entre variável independente e fenômeno de saúde. Inicialmente, buscavam-se causas e relações causais entre variável e saúde. Em um processo de adaptação e incorporação de novos objetos, das doenças onde se podia determinar uma causa (para haver doença, é preciso que o microorganismo esteja presente), a epidemiologia passa a se ocupar, também, das doenças não infecciosas determinadas por uma rede de fatores causais. Os fatores de risco são, então, propostos como determinantes de doença.¹¹ Com a aplicação desses conceitos ao campo da Saúde Ambiental, são desenvolvidos estudos que procuram associar fatores de risco ambientais e efeitos adversos, determinando grupos de risco segundo níveis de exposição variados, entre outros caracteres.

A epidemiologia na saúde ambiental

A epidemiologia aplicada ao estudo de populações de trabalhadores vem contribuindo para o estabelecimento denexo causal entre o aparecimento de problemas de saúde e os agentes tóxicos presentes em ambientes de trabalho. Como tais agentes poluem o ambiente em geral, as preocupações acerca dos riscos ambientais e efeitos sobre a saúde humana voltam-se, também, e cada vez mais, para a população geral não exposta ocupacionalmente.¹²

Com a aplicação do método epidemiológico, é possível não apenas demonstrar a associação causal entre poluição ambiental e danos à saúde humana, mas também contribuir, junto com os estudos experimentais toxicológicos, para o estabelecimento de normas de qualidade e referência dos fatores ambientais e limites de exposição. A modificação ou elaboração desses referenciais normativos pode ocorrer como resposta a acontecimentos envolvendo seres humanos, a exemplo do acidente nuclear de Chernobyl e a elaboração de recomendações referentes à poluição radioativa de alimentos.¹³

É da competência da vigilância epidemiológica o desenho do modelo de distribuição espacial da doença, inicialmente por transmissão de microorganismos patogênicos – na área de saúde ambiental, por exposição ambiental e distribuição dos poluentes. Um dos mais conhecidos acidentes ambientais, acontecido na década de 50, quando a Baía de Minamata (Japão) foi poluída por mercúrio orgânico proveniente de indústria que produzia acetaldeído, levou ao surgimento de milhares de casos de intoxicação e à ocorrência da síndrome que ficou conhecida como Doença de Minamata. Logo, a investigação epidemiológica mostrou que a distribuição da doença acompanhava o consumo de peixes da baía. Ainda sobre a exposição ao mercúrio como contaminante ambiental, destaca-se, no Brasil, o caso dos garimpos de ouro na região amazônica, onde trabalhadores estão expostos ao mercúrio metálico –, bem como as populações ribeirinhas locais, por meio da ingestão de pescado contendo teores elevados de mercúrio orgânico.¹⁴

Esses estudos também indicam a importância da contribuição de diversas outras disciplinas que se ocupam dos fatores ambientais – como a formação do solo, queimadas, lixiviação, desflorestamento, deslo-

camento de massas de ar, etc. –, fundamentais diante da disponibilidade do mercúrio, inclusive natural, no meio ambiente.¹⁵

O método epidemiológico permite demonstrar a associação causal entre poluição ambiental e danos à saúde, além de contribuir para a definição de normas de qualidade e referência dos fatores ambientais e limites de exposição.

A preocupação com a finitude dos recursos naturais e a consolidação da compreensão do papel central do processo produtivo como fonte de riscos para o ambiente – e, conseqüentemente, para a saúde humana –, destaca a importância da contribuição da epidemiologia para tornar evidente a relação entre ambiente e agravos à saúde.

A epidemiologia oferece não só a possibilidade de calcular riscos pela exposição a determinados poluentes ambientais, como também de implantar programas de intervenção e redução de riscos – sistemas de vigilância e monitoramento ambiental, por exemplo. Ademais, a aplicação dos conceitos e teorias da epidemiologia às questões de saúde ambiental levantou alguns desafios adicionais e específicos: a especificidade do objeto, a complexidade das situações de risco e a interdisciplinaridade.

A especificidade do objeto

Os processos produtivos compreendem atividades que incluem a extração das matérias-primas, sua transformação em produtos, o consumo desses produtos e, finalmente, o seu destino final sob a forma de resíduos. Em todas essas atividades, são geradas situações de risco. O progresso tecnológico aliviou grande parte da sobrecarga dos trabalhadores e, em certa medida, protegeu-os do desgaste acentuado dos primórdios da industrialização. Contudo, esse progresso tem acrescentado novos riscos, não só àqueles que trabalham nas fábricas, mas para toda a população.

A cada ano, um sem número de novos produtos é lançado pelos diversos processos de trabalho. A

velocidade com que são elaboradas novas formulações e introduzidas novas substâncias no mercado não é acompanhada pelo conhecimento de seus níveis de toxicidade, conseqüências para a saúde humana e caracterização da poluição ambiental. Mesmo em se tratando de substâncias tradicionais, somente uma pequena parcela delas encontra-se suficientemente estudada. Acrescente-se o fato de que os efeitos crônicos de baixa dose são praticamente desconhecidos para a quase totalidade dessas substâncias. São motivos que fazem com que as fontes de risco de origem química adquiram importância crucial para a avaliação e intervenção em saúde ambiental, desafiando a epidemiologia a dar respostas.¹⁴

Os agentes biológicos, a poluição da água de consumo ou ainda as condições do meio ambiente que favorecem a proliferação de vetores são questões ambientais responsáveis por sérios impactos à saúde humana, reivindicando uma abordagem diferenciada e específica da epidemiologia.

A complexidade das situações de risco

A complexidade das situações reflete-se na especificidade metodológica dos estudos nessa área, particularmente no que se refere às variáveis a serem estudadas. De forma mais sistemática, podem-se reconstruir as situações que envolvem as relações saúde-ambiente a partir dos elementos que as compõem, classificando-os em variáveis relacionadas com o poluente, o ambiente, a população exposta e a infraestrutura dos setores da Saúde e do Meio Ambiente.

Quanto ao **poluente**, é elevado o número de variáveis a serem consideradas no desenho e desenvolvimento dos estudos:

- tipo;
- fonte;
- concentração;
- poder de volatilização;
- odor;
- local;
- dispersão;
- padrão de ocorrência;
- estado físico;
- cinética ambiental;
- tipo de solubilidade;
- transformação (biodegradabilidade, sedimentação, ação de microorganismos, adsorção a partículas, interação com outras substâncias);

- persistência ambiental;
- vias de absorção;
- distribuição;
- biotransformação (oxidação, redução, hidrólise, acetilação, metilação, conjugação)
- acumulação;
- tempo de latência;
- vias de eliminação;
- tipos de efeitos adversos;
- outras.

Ainda sobre os poluentes, qualquer avaliação de risco deve levar em conta o melhor local para a coleta das amostras para análise. A frequência da sua ocorrência, sua cinética ambiental, a persistência no ambiente, a capacidade de biotransformação, vias de penetração no organismo, são aspectos importantes dessa coleta.

No que diz respeito às características do **ambiente** onde se encontra o poluente, destacam-se as variáveis referentes às condições hidrográficas, geológicas, topográficas e meteorológicas: aspectos físico-químicos dos compartimentos ambientais, temperatura, ventos, umidade do ar, permeabilidade dos solos, drenagens, concentração populacional, vegetação, águas superficiais e profundas, etc.¹⁶ São exemplos dessas condições: a importância dos ventos na dispersão dos poluentes, a possibilidade de diminuição da exposição por via respiratória de substâncias como a sílica livre em ambientes umidificados, as características topográficas e a poluição de lençóis freáticos, o papel do pH para a ocorrência, ou não, de metilação de compostos mercuriais, entre outros.

Quanto às variáveis de interesse relativas à **população exposta**, deve-se levar em consideração: sexo, idade, susceptibilidade individual, grupos especiais, estado nutricional, raça, escolaridade, características socioeconômicas, ocupação, padrões de consumo, hábitos e doença prévia, entre outras. Uma pessoa que apresenta um bom padrão de vida, boa alimentação e acesso a informações terá um risco menor de exposição a muitos fatores ambientais adversos à saúde, característicos de áreas de baixo nível socioeconômico.

Por fim, deve-se conceder a devida importância às variáveis relacionadas com a **infra-estrutura** dos setores da Saúde e do Meio Ambiente, necessárias para o desenvolvimento de qualquer atividade de vigi-

lância, e que incluem, entre outros condicionantes: recursos humanos, equipamentos, apoio laboratorial, programas de prevenção e controle, programas de reabilitação, seguridade social, etc.

A interdisciplinaridade

Ao se pensar na complexidade dos estudos sobre a relação saúde-ambiente, conclui-se que a equipe de pesquisa interessada em desenvolver programas de vigilância deve contar com a participação de profissionais de diversas origens. Desde o desenho do programa de vigilância até as propostas de recomendações visando à proteção da saúde, o conhecimento gerado nas mais diversas áreas é indispensável, especialmente nos aspectos referentes a algumas variáveis epidemiológicas, na avaliação de situações de risco e seus efeitos à saúde relacionados com agentes químicos que poluem os diversos compartimentos ambientais. Sendo assim, uma primeira questão metodológica a ser observada, quando da realização de estudos sobre riscos ambientais, é que essa abordagem seja, necessariamente, interdisciplinar e conduzida por equipes multiprofissionais, dada a complexidade dos problemas de saúde relacionados ao ambiente.

Nos estudos sobre riscos ambientais, a abordagem deve ser multidisciplinar, obrigatoriamente conduzida por equipes de profissionais das mais diversas áreas, dada a complexidade dos problemas de saúde relacionados ao ambiente.

Considerando seus objetivos e ações, a estrutura da vigilância ambiental em saúde é multisetorial. Ela compreende instituições da área da Saúde e de outros setores, identificadas de acordo com o objeto de trabalho: a) instituições que geram informações sobre os parâmetros ambientais, ligadas a diversos setores da atividade socioeconômica que atuam diretamente no componente ambiental da vigilância; e b) instituições que geram informações sobre danos à saúde das pessoas, pertencentes, em sua grande parte, à área da Saúde – organismos públicos ou privados, dedicados à monitoração biológica e ao estudo dos efeitos de condição/exposição adversa à saúde.

A informação em saúde: contribuição básica da epidemiologia

A informação é indispensável para qualquer atividade de vigilância. A implementação de um sistema de informação no contexto da saúde ambiental significa a operacionalização dos desafios apresentados. A utilização do método epidemiológico no desenvolvimento de um sistema de vigilância ambiental em saúde compreende o diagnóstico da situação, o estabelecimento do programa de vigilância – inclusive com a realização de teste-piloto –, a análise dos resultados, a implementação de programas de prevenção e controle e, ainda, a avaliação do próprio sistema em relação ao seu processo e impacto.

O sistema de informação para a vigilância ambiental organiza-se segundo uma certa hierarquia de informação. A partir de dados de saúde e ambientais, são construídos indicadores em um processo de consolidação das informações orientado, necessariamente, pelo modelo de compreensão que discutimos anteriormente. Com os elementos que compõem as situações de risco ambiental para a saúde humana e a hierarquização das suas variáveis, estabelecem-se os indicadores. Os indicadores são parâmetros que permitem, quantitativa ou qualitativamente, definir uma dada situação ambiental ou de saúde.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) propõe a classificação desses indicadores segundo a sua inserção na estrutura do sistema, de tal forma que eles podem ser indicadores de Força Motriz → Pressão → Situação → Exposição → Efeito → Ações. A proposta da OMS¹⁷ sistematiza a idéia, que procuramos desenvolver, de complexidade dos problemas de saúde/ambientais e inter-relação dos elementos dos sistemas que os contêm. Essa proposta, que já fora incorporada pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), atualmente é adotada pela SVS/MS, órgão responsável pela estruturação e desenvolvimento de um Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde em nosso país.^{18,19}

É preciso entender esse modelo de organização dos indicadores como um processo que deverá ocorrer em todos os níveis, do local ao nacional, de forma articulada, considerando a autonomia de cada nível e entendendo o processo de estruturação do sistema de informação como um trabalho cooperativo.

A estruturação de um sistema de informação que atenda à vigilância ambiental deve considerar os objetivos dessa vigilância para estabelecer, com eficiência

e eficácia, a dinâmica do deslocamento da informação entre os vários pontos desse sistema. Sistema que deve admitir certa flexibilidade no seu fluxo, possibilitando uma resposta/ação à altura da situação-problema, em tempo hábil. A constante atualização representa outro aspecto relevante do seu funcionamento, sobre o qual a vigilância se edifica. Outra característica fundamental dessa estrutura é a sua transparência e permeabilidade à participação popular – ativa e crítica –, interpretando e reinterpretando as informações geradas pelo sistema.

Indicadores construídos a partir de dados sobre saúde e meio ambiente permitem definir a qualidade e o grau de intensidade de uma situação ambiental ou de saúde.

O sistema de informação abrange um conjunto de componentes interligados em níveis, que podem atuar no plano local, regional ou nacional. Em cada um desses níveis de atuação, estabelecem-se os caminhos da informação desde a sua entrada no sistema, na condição de dados obtidos (coleta), passando pelas transformações ou consolidações ocorridas em determinados estágios (processamento) e pela avaliação desses dados (análise), até a instrução para a tomada de decisão. Esse processo pode transcorrer em condições que demandem pouquíssimo tempo entre o conhecimento do problema e a prática da ação de controle. Entretanto, determinadas situações podem solicitar um planejamento mais demorado e que considere, por exemplo, uma condição de exposição obscura ou pouco definida. Na vigilância ambiental em saúde, o resultado do conhecimento proporcionado pelo sistema de informação deve possibilitar a identificação, prevenção, redução e reversão dos efeitos de uma condição ou exposição adversa à saúde.²⁰

O tipo de informação necessário a um sistema de vigilância em saúde ambiental compreende dados sobre: **danos à saúde** (agravos, lesões, etc.) devidos a causas ambientais ou transmitidos no meio ambiente; **fontes de poluição**, degradação ou poluição da água, ar e solo; **fatores de risco** que interferem na relação saúde-ambiente, como perfil da população

exposta, características dos poluentes, situação socioeconômica e de ocupação da região, etc.; e **instituições ou serviços** responsáveis pelo abastecimento e qualidade de água, coleta e disposição final do lixo, esgoto, manejo de resíduos perigosos, controle de qualidade de alimentos, entre outros.

As fontes de informação a serem utilizadas pelo Sistema de Vigilância Ambiental em Saúde poderão apresentar origens diversas:

- elaboração científica gerada/publicada;
- serviços/instituições;
- sistemas de notificação de agravos;
- outros sistemas de vigilância;
- dados do setor industrial;
- obras ou processos de impacto ambiental;
- meios de comunicação;
- comunidade;
- análises ambientais, entre outras.

Diferentemente de outros sistemas da vigilância em saúde, o sistema de informação da vigilância ambiental em saúde deve integrar aspectos de saúde e ambiente. Para tanto, as estatísticas geradas a partir de registros dos diversos sistemas da área da Saúde podem ser associadas com os dados ambientais, permitindo a elaboração de indicadores que correlacionem variáveis de ambas as áreas.

Uma ferramenta interessante na análise de situações em saúde ambiental – e cada vez mais utilizada – é o geoprocessamento, um conjunto de tecnologias aplicado à coleta e tratamento de informações espaciais com um objetivo específico. Essa técnica possibilita a análise da produção e distribuição espacial dos riscos ambientais à saúde, um recurso importantíssimo para a vigilância ambiental.¹⁷ Tendo como base o georreferenciamento de dados (processo de referência geográfica de dados a um lugar da superfície da Terra), é possível a elaboração de mapas temáticos por geoprocessamento, localizando-se um determinado problema ambiental – áreas de poluição, por exemplo, em que esses mapas podem destacar os níveis de poluição de solos ou de outros compartimentos ambientais da região estudada. E, sob uma perspectiva integradora dessas informações, os vários aspectos de um problema ambiental, abordados em mapas distintos, são possíveis de serem sobrepostos e relacionados, conseguindo-se uma visualização mais completa da situação ou mesmo a identificação de padrões de transporte e acumulação de poluentes na área de estudo.

Entretanto, nem só de recursos sofisticados de análise depende o estabelecimento de um sistema de informação para a vigilância em saúde. O trabalho articulado de todos os seus participantes, nos seus diversos níveis e competências, em atuação efetiva e integrada, fará o sistema funcionar de fato, atendendo ao seu propósito: orientar a ação da vigilância no nível governamental, por parte de todos os envolvidos no processo (organismos de representação da sociedade civil, organizações não governamentais (ONG), órgãos de governo diversos).

Torna-se evidente, portanto, que a constituição de um sistema capaz de gerar todas as informações necessárias não pode prescindir da constituição de uma equipe multiprofissional, nem da participação e articulação entre os diferentes níveis – local, estadual, ou nacional – e áreas de governo (Saúde, Educação, Meio Ambiente, Indústria e Comércio, etc.), organizações da sociedade civil e a tradicional rede de informações da vigilância (rede de serviços de saúde via notificação, sistema de informação sobre mortalidade, busca ativa e investigação de casos pela rede de atenção primária, etc.). Aqui, duas questões são absolutamente indispensáveis e indissociáveis: participação e informação.

A participação da população e suas organizações em um processo transparente de planejamento e gestão do Sistema de Vigilância Ambiental em Saúde confere maior confiabilidade às informações e eficácia às ações.

O planejamento e a gestão das ações de proteção e promoção da saúde ambiental devem ser democráticos e participativos, desde a escolha e o ordenamento das prioridades entre os problemas a enfrentar, passando por toda a condução do processo: escolha dos indicadores e como construí-los, a partir de que dados e fontes, etc. Em cada nível, a participação da população e suas organizações é um fator que confere ao sistema maior confiabilidade das informações (desde que todo o processo seja transparente) e maior eficácia das ações.

Quanto aos setores implicados nas questões que dizem respeito à saúde ambiental, a Saúde, nos três níveis de governo, vem-se estruturando para a implantação de ações de vigilância e a construção de um sistema de informações em saúde ambiental. Hoje, o setor possui alguns sistemas de informação em operação: sistemas de informações hospitalares e ambulatoriais, SIH-SUS e SIA-SUS, e de Mortalidade, SIM, disponibilizados pelo Datasus; Sistema Nacional de Agravos de Notificação, Sinan, disponibilizado pelo antigo Centro Nacional de Epidemiologia (Cenepi), atual Secretaria de Vigilância em Saúde/MS; entre outros, além dos sistemas locais. O setor do Meio Ambiente possui estruturas independentes nos três níveis de governo, como o Ibama, no nível federal, a Feema, no Rio de Janeiro, e a Cetesb de São Paulo. São estruturas que controlam as alterações ambientais, por exemplo, concedendo licença para o funcionamento de uma fábrica mediante apresentação e aprovação de estudos de impacto ambiental; ou ainda, monitorando os níveis de poluição do ar. O setor Trabalho, por meio das suas delegacias regionais, é responsável pela fiscalização dos ambientes de trabalho.

Considerações finais

Com este artigo, procuramos contribuir para as discussões no campo da Saúde Ambiental e da Epidemiologia, apresentando alguns dos elementos que constituem o contexto dos problemas de saúde relacionados ao ambiente. Tanto do ponto de vista dos conceitos quanto do ponto de vista político e social, especificidades desse contexto moldam a aplicação da epidemiologia na vigilância ambiental em saúde.

O sistema de informação é a base da vigilância e coloca para a epidemiologia o desafio de construir indicadores que sejam, ao mesmo tempo, sofisticados do ponto de vista técnico e simples do ponto de vista do entendimento e avaliação. Porque, em saúde ambiental, é fundamental a articulação de saberes de diversas áreas do conhecimento, além de não ser possível agir sem a parceria da população. Trata-se, pois, de construir uma linguagem comum, constituída de números e conceitos “tecidos juntos” (como nos informa Morin), para que as ações de vigilância em saúde ambiental sejam efetivas e possam não só prevenir os agravos, mas também – e principalmente – promover saúde, contribuindo para o desenvolvimento eticamente sustentável.

Referências bibliográficas

1. Fundação Nacional de Saúde. *Vigilância Ambiental em Saúde*. Brasília: Funasa; 2002.
2. World Commission on Environment and Development-WCED. *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press; 1987.
3. Organización de las Naciones Unidas. *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 2000* [Monografía en la Internet] [Capturado 2001 nov] Disponible <http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21sp/riodeclaration.htm>
4. Tambellini AT. Notas provisórias sobre uma tentativa de pensar a saúde em suas relações com o ambiente. *Fiocruz. Por uma rede Trabalho, Saúde e Modos de Vida no Brasil 1996 jun*;2(1-2):12-16.
5. Morin E. Por uma reforma do pensamento. In Pena-Veja A, Nascimento EP, organizadores. *O pensar complexo*. Rio de Janeiro: Garamond; 1999.
6. Snow J. Sobre el modo de transmisión del cólera. In: Buck Carol, et al. *El desafío de la epidemiología: problemas y lecturas seleccionadas*. Washington: OMS/OPAS; 1998. p.43-46.
7. Rosen G. *Da Polícia Médica à Medicina Social: ensaios sobre a história da assistência médica*. Rio de Janeiro: Graal; 1979.
8. Mendes R. Aspectos históricos da patologia do trabalho. In: Mendes R, organizador. *Patologia do trabalho*. Rio de Janeiro: Editora Atheneu; 1995.
9. Carvalho DM, Werneck GL. *Vigilância epidemiológica: história, conceitos básicos e perspectivas*. In: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, organizador. *Textos de apoio em vigilância epidemiológica*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1998. p.17-31. *Série Trabalho e Formação em Saúde*.
10. Almeida Filho N. *Epidemiologia sem números: uma introdução crítica à ciência epidemiológica*. Rio de Janeiro: Editora Campus; 1989.
11. Goldberg M. Este obscuro objeto da epidemiologia. In: Costa DC. *Epidemiologia: teoria e objeto*. Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco; 1990.
12. Tambellini AT, Câmara VM. *Vigilância ambiental em saúde: conceitos, caminhos e interfaces com outros tipos de vigilância*. *Cadernos de Saúde Coletiva* 2002;10(1):77-93.
13. Beaglehole R, Bonita R, Kjellström T. *Epidemiologia básica*. Washington: Organização Pan-Americana da Saúde; 1994.
14. Câmara VM, Corey G. *Epidemiologia e Meio Ambiente: o caso dos garimpos de ouro no Brasil*. *Metepoc: ECO/OPS*; 1992.
15. Santos ECOS, Jesus IM, Brabo ES, Loureiro ECB, Mascarenhas AFS, Weirich J, Câmara VM, Cleary D. *Mercury exposure in riverside Amazon communities in Pará, Brazil*. *Environmental Research* 2000;84:100-107.
16. Câmara VM, Tavares LMB, Filhote MIF, Malm O, Perez MA. *A Program for the control of indoor pollution by metallic mercury*. *Environmental Research* 2000;83(2):110-116.
17. Organização Mundial da Saúde. *Indicadores para o estabelecimento de políticas e a tomada de decisão em saúde ambiental*. Washington: OMS; 1998. Mimeo.
18. Maciel Filho A, Góes Jr C, Cancio J, Oliveira M, Costa SS. *Indicadores de vigilância ambiental em saúde. Informe Epidemiológico do SUS 1999*;8(3):59-66.
19. Fundação Nacional de Saúde. *Curso Básico de Vigilância Ambiental em Saúde – CBVA*. Brasília: Ministério da Saúde; ago/set 2000. Mimeo.
20. Bernardi RG de. *Vigilancia Epidemiológica Ambiental: bases conceptuales (Primera Parte)*. Santiago: Ministerio de la Salud; 1998 [Monografía en la Internet] [Capturado 2000 Out. 25] Disponible <http://www.minsal.cl/situacion/vigilancia/bases.htm>.