

Eixo Temático ET-03-034 - Gestão de Resíduos Sólidos

NOVAS TECNOLOGIAS NO PROCESSO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Sandra dos Santos Sales, Jeová Alves de Souza, Zenóbio Fernandes R. de Oliveira, Lázaro Ramon dos Santos Andrade, Marília Zulmira Sena de Souza Andrade

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Campina Grande-PB.

RESUMO

Buscou-se traçar um panorama da produção científica, por meio de uma revisão integrativa dos artigos publicados em periódicos arbitrados e indexados sobre novas tecnologias para a gestão e gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS). Para a consolidação do estudo, foi realizada a coleta de dados a partir de fontes secundárias por meio das bases de dados Lilacs, Medline, Scielo, PubMed e BDENF, no período entre janeiro de 2010 a julho de 2015, nos idiomas português, inglês e espanhol, disponíveis nas bases de dados elegidas de forma gratuita e dispostos na íntegra para acesso. Os resultados evidenciam três eixos temáticos que dão origem às categorias de discussão, no tocante a utilização de novas tecnologias para a gestão e gerenciamento dos RSS, são elas: Tecnologias adotadas para não geração, redução, reutilização e reciclagem; Tecnologias para tratamento dos resíduos sólidos e disposição final, ambientalmente adequada e Tecnologias para monitoramento, controle e avaliação da gestão e gerenciamento dos RSS. Contudo, para a operacionalização de novas tecnologias é imprescindível a ação solidária de todos os atores sociais, desde o Poder Público, produzindo e aplicando uma legislação socialmente eficaz; passando pela iniciativa privada, a partir do desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias capazes de não gerar resíduos, desenvolvimento de sistemas de redução dos resíduos com a sua reinserção na cadeia de produção e estratégias de correta destinação dos resíduos, culminando na sociedade que deve ser orientada e consciente para ações ambientalmente adequadas e apropriadas.

Palavras chaves: Gestão em saúde; Resíduos sólidos; Novas tecnologias.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna é o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos Resíduos Sólidos. A preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos, em especial os Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS), tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final.

Os RSS são resíduos sólidos e semissólidos resultantes de atividades hospitalares e demais estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. São fonte de risco à saúde humana e ao meio ambiente devido ao aparecimento de vetores de disseminação de doenças, perigosos tanto para a equipe de trabalhadores dos estabelecimentos de saúde quanto para os pacientes (ALMEIDA et al, 2011).

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (BESEN et al, 2010).

Nesse âmbito, em 2010 foi publicada a Lei nº. 12.305 que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), definindo a gestão integrada de resíduos sólidos como um conjunto de ações voltadas à busca de soluções para tais resíduos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Para tanto, a gestão dos Resíduos Sólidos tem como princípio a visão sistêmica, que considera as variáveis: ambiental; social; cultural; econômica; tecnológica e de saúde pública (BRASIL, 2010).

Segundo a lei supracitada, a variável tecnológica é apontada como um dos instrumentos da PNRS, portanto em consonância com o Art. 9º que trata das diretrizes aplicáveis na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos mesmos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (BRASIL, 2010a).

Reichert (2014) enfatiza como novas tecnologias para o destino dos resíduos sólidos a digestão anaeróbia, autolavagem, incineração, combustível derivado de resíduos (CDR), gaseificação, pirólise e utilização de plasma. Nessa perspectiva, faz-se menção também da utilização de usinas de reciclagem, usinas de compostagem e de aproveitamento energético dos resíduos, as quais vêm se configurando como medidas viáveis para a sustentabilidade.

No Brasil, a Política Nacional de Gestão de Tecnologias de Saúde regulamenta o processo de gestão e gerenciamento dos serviços de saúde, conforme o que dita em seu Art. 3º: é objetivo geral dessa Política maximizar os benefícios de saúde a serem obtidos com os recursos disponíveis, assegurando o acesso da população a tecnologias efetivas e seguras, em condições de equidade, visando a: I - orientar os processos de incorporação de tecnologias nos sistemas e serviços de saúde; II - nortear a institucionalização dos processos de avaliação e de incorporação de tecnologias baseados na análise das consequências e dos custos para o sistema de saúde e para a população (BRASIL, 2010b).

Conforme a percepção dos RSS, enquanto problema de Saúde Pública pretende focar o processo de gestão em saúde com o uso de novas tecnologias por meio da avaliação de evidências disponíveis na literatura, tomando como base os seguintes objetivos: Traçar um panorama da produção científica sobre essa temática, por meio de uma revisão sistemática dos artigos publicados em periódicos arbitrados e indexados sobre novas tecnologias para a GRSS; Descrever as implicações encontradas para a implantação dessas novas tecnologias de gestão e Verificar o enfoque dado às novas tecnologias nos ambientes de saúde para o processamento dos RSS.

METODOLOGIA

Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura, por permitir reunir e sintetizar os conhecimentos relevantes sobre o tema proposto e incorporá-los às práticas de atenção à saúde e de gestão ambiental por meio da utilização de estudos experimentais e

não experimentais para um entendimento completo do fenômeno investigado, sendo esta a mais extensa explanação metodológica referente às revisões, combinando também dados da literatura teórica e empírica (SOUZA et al., 2010).

O estudo seguiu um rigor metodológico que transcorre pelas seis fases da revisão integrativa: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa.

Assim, elegeram-se as seguintes questões norteadoras para guiar este estudo: Qual é o conhecimento científico produzido a respeito da gestão dos RSS? Quais as novas tecnologias que têm sido produzidas para assegurar e facilitar o processamento dos RSS? Nessa perspectiva, diversas são as discussões de propostas para a gestão dos RSS e o normativo que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos é recente, portanto carece de estudos específicos para a concretude de seus instrumentos. Além disso, é pertinente considerar a problemática dos RSS no Brasil.

Para a consolidação do estudo, foi realizada a coleta de dados a partir de fontes secundárias por meio das bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line (MEDLINE), Scientific Electronic Library (SCIELO), National Library of Medicine na área das Biociências (PubMed) e pela Base de Dados de Enfermagem (BDENF).

Os descritores utilizados na busca foram: resíduos sólidos e gestão em saúde, que fazem parte dos Descritores em Ciências da Saúde – DeCS. Utilizando o primeiro descritor foram encontradas 296 publicações, sendo 10 na PubMed, 08 na MEDLINE, 262 na LILACS, 04 na SCIELO e 20 na BDENF. O segundo descritor foi utilizado em combinação com o primeiro, por meio dos operadores booleanos (AND) e (E), não sendo encontrado nenhum artigo. Lembrando que na SCIELO e LILACS a numeração só era visualizada ao utilizar a junção dos dois descritores. Ressalva-se que estudos encontrados em mais de uma das bases de dados utilizadas foram considerados somente uma vez, sendo contabilizados na base que apresentou o maior número de trabalhos.

Foram incluídas neste estudo pesquisas apresentadas na forma de artigo, publicadas no período entre janeiro de 2010 a julho de 2015, nos idiomas português, inglês e espanhol, disponíveis nas bases de dados escolhidas de forma gratuita e dispostos na íntegra para acesso. Os artigos foram selecionados no período citado em decorrência da sanção e publicação da Lei nº 12.305/2010 e do Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a referida lei e discorrem a respeito da PNRS.

Foram excluídas as demais formas de publicações, as não disponibilizadas gratuitamente e na íntegra, aquelas que se enquadraram fora do período citado e as que não atenderam aos objetivos propostos. Assim, a amostra final foi constituída por dez artigos (n=10), sendo quatro da SCIELO, quatro da LILACS e dois da MEDLINE.

A filtragem destes artigos teve como objetivo refinar a seleção inicial, onde foi estabelecida uma questão fixa para inclusão ou exclusão. O questionamento era: o estudo aborda as novas tecnologias no processamento dos RSS?

A análise dos dados se processou por meio da organização sistemática dos resultados encontrados seguindo-se a estruturação: autores; ano; base de dados; periódicos; título; objetivo; resultados e considerações finais.

Ademais, os resultados foram apresentados de forma descritiva e lançados em dois quadros sinópticos para condensar e subsidiar a apreensão e discussão do conteúdo, após a leitura e releitura com discussão fundamentada na literatura pertinente ao estudo e nos conhecimentos prévios dos autores da presente pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 10 estudos selecionados têm autoria de dois pós-doutores, 28 doutores, 14 mestres e seis especialistas, atuando nas seguintes áreas profissionais: cinco na área de economia, administração e contabilidade; três em medicina; cinco em enfermagem; quatro em engenharia civil; três em engenharia mecânica; quatro biólogos; três em gestão ambiental; dois em engenharia química; dois em física; dois em química; três em engenharia sanitária e um em tecnologia ambiental. Esse dado é previsível mediante a complexidade da temática em estudo, sendo necessária, para uma melhor compreensão do conteúdo, a busca de uma abordagem interdisciplinar com vistas a solucionar as questões de ordem social, econômica, política, cultural, ambiental e de Saúde Pública que configuram a gestão e o gerenciamento dos RSS.

Dos artigos que formam o *corpus* de análise (n=10), quatro são pesquisas quantitativas, três qualitativas e três quantitativas. A análise dos resultados e conclusões das produções evidencia três eixos temáticos que dão origem às categorias de discussão, no tocante à utilização de novas tecnologias para a gestão e gerenciamento dos RSS. São elas: Tecnologias adotadas para não geração, redução, reutilização e reciclagem; Tecnologias para tratamento dos resíduos sólidos e disposição final, ambientalmente adequada e Tecnologias para monitoramento, controle e avaliação da gestão e gerenciamento dos RSS.

Assim, tais resultados estão em conformidade com a PNRS que dispõe a respeito da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos e deve seguir a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a).

TECNOLOGIAS ADOTADAS PARA NÃO GERAÇÃO, REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM

Até quase o final do século XX, a gestão ambiental e a gestão social eram vistas como custo: despesas necessárias para que as organizações atendessem à legislação. Seiffert (2007, p.45) corrobora com esse raciocínio e afirma que “o processo de gestão ambiental surgiu como uma alternativa para buscar a sustentabilidade dos ecossistemas antrópicos, harmonizando suas interações com os ecossistemas naturais”. Os termos gestão e gerenciamento são comumente empregados como sinônimos, todavia na prática administrativa, o primeiro refere-se à seleção de um modelo e o segundo refere-se à aplicabilidade desse modelo (NOVI et al, 2013).

Desta forma, podemos entender a diferenciação entre gestão e gerenciamento em dois sentidos, o primeiro onde predomina a conotação política e, no segundo sua aplicabilidade, numa conotação técnica da área da administração.

A gestão integrada dos resíduos sólidos (GIRS) pode ser definida como “o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010a).

Já o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos (GIRSU) trata do envolvimento dos diversos órgãos da administração pública e privada com o propósito de realizar “[...] o tratamento e a disposição final do lixo, levando em consideração as características [...] o volume e os tipos de resíduos; [...] sociais, culturais e econômicas [...] dos cidadãos”, além das particularidades geográficas. (IBAM, 2001, p. 8). Assim, a

gestão de resíduos visa o gerenciamento em todas as fases do manejo: segregação, condicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

Um sistema apropriado de manejo integrado dos resíduos sólidos pode trazer diversos benefícios de ordem econômica e ambiental, como a economia de energia, a proteção do meio ambiente, a melhoria da qualidade de vida e a participação da população. Com relação ao modelo de gerenciamento dos RSS de uma determinada organização, diversas questões o influenciam direta ou indiretamente, como por exemplo, o fato da organização ser pública ou privada (NOVI et al, 2013).

No tocante a não geração e à redução da geração dos RSS de acordo com os resultados do estudo de Castro et al. (2014), verificou-se que os resíduos são descartados de forma inadequada, conforme normas vigentes e tal constatação evidencia a necessidade de informar e capacitar profissionais que manuseiam e descartam resíduos de ambientes, onde é prestada assistência em saúde, buscando assim a não geração e/ou redução de resíduos, que dependem da correta segregação dos RSS por parte dos profissionais de saúde.

Os custos do tratamento dos resíduos tornam-se cada vez mais elevados, sendo essencial a redução na geração de RSS. Neste sentido, a segregação adequada dos resíduos é aspecto relevante, pois quando realizada de forma apropriada na unidade geradora pode reduzir a quantidade de resíduos perigosos, o custo de seu tratamento e o risco de contaminação ambiental.

Nessa perspectiva, as novas tecnologias estão sendo desenvolvidas no intuito de definir soluções para a problemática dos RSS, assim a informação, o conhecimento e sensibilidade dos profissionais de saúde sobre a temática é imprescindível, visto que uma das prioridades da gestão é a não geração e/ou redução dos RSS, tal prioridade depende diretamente da conscientização dos profissionais de saúde.

Portanto, o processo de conscientização dos profissionais de saúde pauta-se no entendimento de que para a transformação de uma cultura necessita-se, em primeira instância, da conversão e mudança pessoal/ particular, resultando, assim, em uma nova forma de comportamento relacional.

Faz-se necessário, então, estimular o valor de responsabilidade com o ambiente como inerente ao profissional de saúde, entendendo a sensibilidade para as questões ambientais como uma decisão particular, mas que deve ser estimulada, pois ganha força na estrutura coletiva. Assim, depreende-se que os profissionais das diferentes esferas de atenção à saúde estejam imbuídos dessa atribuição de responsabilidade, uma vez que, os problemas ecológicos atingem todas as pessoas integrantes da sociedade (PERES et al, 2015).

TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DISPOSIÇÃO FINAL, AMBIENTALMENTE ADEQUADA

Acerca da utilização de novas tecnologias no processo de tratamento dos RSS, estas devem ser desenvolvidas para garantir a viabilidade legal, ambiental e econômico-financeira. Existem várias tecnologias no mundo aplicáveis ao tratamento de RSS, que podem ser classificadas nas seguintes categorias: Térmica: aquecimento seco ou úmido, microondas, infravermelho, laser, plasma e pirólise; Química: cloro e derivados de cloro, ozônio e enzimas; Radiação ultravioleta e cobalto-60 (USEPA, 2011).

Para a escolha dessas tecnologias e sua associação com outras (arranjos tecnológicos), deve-se levar em consideração uma série de critérios, tais como:

Técnicos: características quantitativas e qualitativas dos resíduos gerados, geografia da região, geomorfologia, pluviometria, urbanização, distância do centro gerador e aspectos urbanísticos; *Ambientais*: disponibilidade de área adequada, emissões de gases, geração de líquidos e outros que devem atender às legislações específicas; *Econômicos*: capacidade financeira de investimentos e capacidade de operação e manutenção das tecnologias; *Políticos*: de fundamental importância no Brasil, em função da descontinuidade administrativa após a mudança periódica de gestão, que tem trazido cenários negativos na consolidação de tecnologias de tratamento de resíduos, tornando-se uma das maiores antipolíticas públicas existentes no país; *Sociais*: geração de emprego e renda e sua relação com a tecnologia a ser utilizada (LIMA et al., 2014).

Em alguns casos, os aspectos políticos, ambientais e sociais podem apontar para o uso de uma tecnologia, como a reciclagem de materiais coletados convencionalmente, isto é, sem separação prévia. Por outro lado, os indicadores técnicos e econômicos para tal prática podem apresentar valores que apontam para uma tecnologia não viável econômica e tecnicamente.

Todas as tecnologias apresentadas possuem suas vantagens e desvantagens, com vários níveis de segurança, custos e impactos sobre o meio ambiente. Contudo, segundo Tôrres Filho et al (2014), os tratamentos como a incineração e plasma, apesar de ocasionarem uma redução acima de 90% em massa e volume do resíduo, possuem algumas desvantagens que podem inviabilizar a sua implantação, como por exemplo, alto custo de implantação inicial, de manutenção e operação além da necessidade de mão de obra especializada.

Nesse âmbito, a atividade hospitalar é uma grande geradora dos denominados RSS, que proporcionam impactos significativos ao ambiente e à Saúde Coletiva, caso tenham uma precária ou indevida disposição final dos resíduos produzidos, os quais muitas vezes são descartados sem receber tratamento adequado (NOVI et al., 2013).

Desse modo, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas no intuito de se definir soluções para a problemática dos resíduos e diversificar a matriz energética. Algumas buscam obter energia proveniente dos resíduos sólidos submetidos ao processo denominado gaseificação e combustão combinadas (GCC). O que foi evidenciado no estudo de Novi et al. (2013) realizado em um hospital de grande porte que gera cerca de 1,9 t/dia de RSS, onde o tratamento por incineração com GCC foi o que melhor se adequou à proposta, visto que está sob a égide da lei, contemplando, inclusive, a PNRS, mas com responsabilidade contínua sobre sua utilização, a fim de se evitar danos ambientais.

A seleção do tipo de tratamento de RSS proposta pelo estudo supracitado trata de um processo que poderá proporcionar recuperação energética, uma vez que é um processo térmico de alto aquecimento, resultando na eliminação da patogenicidade desses resíduos e na redução significativa do seu volume. Isto corrobora a ideia de reduzir tanto os acidentes provenientes da vulnerabilidade do sistema que engloba o transporte externo desses resíduos quanto à quantidade de rejeitos depositados nos aterros.

Contudo, questões relativas, por exemplo, à emissão de gases e aos riscos à comunidade também devem ser ponderadas, ainda que haja indícios de que esta tecnologia seja vantajosa. Primordial deve ser destinar os RSS com segurança, independentemente de custos ou aproveitamento energético, sendo viável sob a ótica da sociedade quanto ao aspecto ambiental. Por outro lado, caso o hospital em estudo decida por implantar o sistema próprio de tratamento de RSS, pode obter vantagens, tais como,

além da recuperação energética, maior controle sobre a geração dos seus RSS, não sofrer sanção penal caso ocorra algum tipo de acidente durante a destinação final resultante de erro de terceiros, sendo viável sob a ótica do empreendedor.

No processo de incineração, apesar da eliminação da patogenicidade dos RSS e da redução do seu volume, haverá liberação de gases poluentes (dioxinas e furanos) se não for devidamente controlado o processo com equipamentos apropriados. Além disso, medidas mitigadoras podem ser implementadas para que sejam evitados possíveis impactos, dados esses que corroboram com o estudo de Coutinho et al. (2011) que propõem a incineração como uma tecnologia viável.

Sob o aspecto econômico, a tecnologia de incineração demonstra ser viável, mesmo sem considerar os ganhos com a recuperação energética proveniente dos RSS ou benefícios intangíveis. O investimento nesse tipo de tecnologia já foi avaliado a partir de uma análise conservadora, apoiada em metodologias validadas. A questão dos custos de oportunidade de um investimento desse porte é relativa, pois, perante o custo de outros tipos de tratamento, talvez ele seja mais oneroso para o estabelecimento hospitalar; todavia, perante a sociedade e o meio ambiente, ele pode ser vantajoso, por conter benefícios implícitos que se pautam na intangibilidade (NOVI et al, 2013).

Sendo assim, essa tecnologia gera um benefício implícito que é a decisão de se implantar ou não o sistema proposto, pois aspectos intangíveis são imensuráveis. Têm-se vantagens e desvantagens nas escolhas.

Outro estudo acerca de novas tecnologias no processo de tratamento dos RSS foi o de Tôrres Filho et al. (2014) que apresenta a Pirólise como tecnologia que demonstrou maior segurança ambiental na terceira condição de operação testada, em relação às emissões de contaminantes para a atmosfera, levando-se em consideração o valor obtido na concentração de dioxinas e furanos.

A pirólise é a degradação térmica dos materiais pelo calor com uma alimentação mínima de oxigênio proveniente do ar, aspecto esse que diferencia a pirólise da GCC. Além de possibilitar o autossuprimento do combustível auxiliar através do beneficiamento dos resíduos, o processo avaliado apresenta uma série de vantagens verificadas no gerenciamento de resíduos, tais como redução de massa dos RSS entre 46,75% e 58,77%, utilização de combustível auxiliar de baixo custo (biomassa) na planta de tratamento, eliminação de lixiviados na disposição final, além da possibilidade de encaminhamento do produto carbonizado para a disposição em um aterro sanitário convencional (TÔRRES FILHO et al., 2014).

Nesse contexto, a solução proposta no estudo supramencionado apresentou viabilidade técnica e ambiental, de acordo com os resultados avaliados, com potencial para ser aplicada em outros municípios no Brasil e no mundo, que enfrentam o gerenciamento adequado dos RSS como um desafio a ser transposto pelo poder público municipal.

Contudo, a pirólise é uma técnica delicada, exigindo um avultado investimento, até porque só pode ser rentabilizada quando acoplada a uma central termoelétrica. Porém, uma dificuldade encontrada na pirólise é o fato de que, para a quebra de polímeros no processo de termoconversão, é necessária uma considerável quantidade de energia para quebra das macromoléculas, sendo desejável a utilização da energia gerada no processo para compensar total ou parcialmente os custos energéticos.

Já o estudo de Lima et al. (2014) constatou por meio do levantamento de informações e uso de dois modelos de apoio à decisão que, tais modelos podem atender a PNRS e seu Plano Nacional de Resíduos de forma eficiente, considerando em sua

aplicação arranjos tecnológicos com soluções isoladas ou arranjos tecnológicos em forma consorciada. Arranjos tecnológicos são conjuntos de possíveis tecnologias que, combinadas, podem indicar uma potencial solução para o tratamento de resíduos em um município ou em um conjunto deles.

Nesse ínterim, o estudo supracitado apresenta modelos de apoio à decisão que se mostram eficiente na definição das alternativas tecnológicas na gestão e gerenciamento dos RSS. Além disso, recomenda-se o aperfeiçoamento da metodologia empregada, com a utilização de outros métodos multicriteriais que permitam tratar de questões mais complexas como a maximização dos resultados obtidos para a otimização dos investimentos a serem realizados, a maximização da capacidade de receber a transferência das novas tecnologias e a maximização dos processos de educação ambiental e comunicação social.

Nesse âmbito, a disposição final ambientalmente adequada, no *corpus* de análise menciona o estudo de Grigoletto et al (2011) que identificou a situação do gerenciamento de efluentes radiográficos em serviços de diagnóstico por imagem, em relação ao manuseio, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte desses efluentes. Tal estudo revelou a necessidade de maior fiscalização, controle e monitoramento, pela vigilância ambiental e sanitária, para com os efluentes radiográficos, estimulando tratamento antes do descarte, minimizando o impacto à saúde pública e ao ambiente.

De acordo com a Resolução nº 358/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), os efluentes de processadores de imagem são considerados do grupo B, por apresentarem substâncias químicas que podem causar risco à saúde pública ou ao ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Conforme descreve o artigo 21 da referida resolução, os resíduos do grupo B, com características de periculosidade, como é o caso dos efluentes radiográficos, quando não forem submetidos a processos de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos. O artigo 22 diz que os resíduos do grupo B no estado líquido podem ser lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto, desde que atendam às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes.

Nesse contexto, este estudo corrobora com os resultados de Almeida et al., (2011) que constataram que para a operacionalização das novas tecnologias de gestão dos RSS necessitam de maior fiscalização, controle e monitoramento, pela vigilância ambiental e sanitária no tocante à disposição final, visando assim a processos que minimizem os riscos ao ambiente e à saúde pública, além de validação de técnicas e tecnologias.

Desse modo, tornam-se evidentes as exigências que as normas e legislações brasileiras estabelecem com relação ao gerenciamento dos RSS. Entretanto, elas acabam não sendo cumpridas na prática, principalmente pela carência de recursos do estabelecimento de saúde, ou mesmo pela falta de controle e fiscalização por parte dos órgãos competentes. E, diante disso, a maior parte dos estabelecimentos de saúde do Brasil acaba não tratando adequadamente seus RSS, expondo a saúde pública e o meio ambiente ao risco de contaminação.

TECNOLOGIAS PARA MONITORAMENTO, CONTROLE E AVALIAÇÃO DA GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RSS

Como parte da PNRS, a gestão e o gerenciamento devem ser constantemente avaliados, nessa perspectiva o estudo de Santiago e Dias (2012) propõe indicadores de sustentabilidade para a gestão dos resíduos sólidos, os quais se configuram como instrumentos importantes para que os gestores públicos possam avaliar e monitorar a sustentabilidade ambiental e planejar estratégias que favoreçam a melhoria na qualidade de vida da população.

Os indicadores são ferramentas importantes para a comunicação de informações estatísticas, científicas e técnicas produzidas por diferentes órgãos e instituições públicas e privadas, à população. São normalmente medidas numéricas que têm a função de estruturar e dar informações sobre questões-chave e suas tendências consideradas relevantes para o desenvolvimento sustentável (MORAES, 2001; VELEVA et al, 2001; RAMETSTEINER et al, 2011).

Assim, a matriz apresentada no estudo supramencionado contempla as diferentes dimensões da sustentabilidade. Com isto, poderá ser utilizada como instrumento de avaliação e planejamento da gestão e gerenciamento dos resíduos, permitindo uma visão sistêmica que considere as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, ecológicas e de saúde pública, conforme os princípios e objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Outra opção de tecnologia para monitoramento, controle e avaliação da gestão e gerenciamento dos RSS proposto pelo estudo de Vitor et al. (2011) é a utilização de um sistema informatizado com potencial para aperfeiçoar a Gestão de Resíduos, e assim, melhorar as informações, rastreabilidade e orientações. Um sistema informatizado com tais funcionalidades permite a gestão dos resíduos desde a identificação dos usuários e seus respectivos resíduos produzidos, da coleta até seu destino final possibilitando a rastreabilidade do processo, a tomada de decisão e ações corretivas e educativas quando pertinentes.

Diante do exposto, a PNRS está, nesse compasso, fortemente articulada com o projeto de desenvolvimento de economia sustentável, portanto o uso de novas tecnologias deve buscar fortalecer os mecanismos de proteção ambiental e de manutenção do equilíbrio dos ecossistemas ao mesmo em que repercutem fortemente no campo social, ampliando as esferas de responsabilidade e de participação no âmbito da legislação de todos os atores sociais.

Por fim, as novas tecnologias devem: orientar os processos de incorporação de tecnologias nos sistemas e serviços de saúde; nortear a institucionalização dos processos de avaliação e de incorporação de tecnologias baseados na análise das consequências e dos custos para o sistema de saúde e para a população (BRASIL, 2010b).

CONCLUSÕES

O presente estudo possibilitou traçar um panorama da produção científica sobre novas tecnologias para a GRSS, por meio de uma revisão integrativa dos artigos publicados em periódicos arbitrados e indexados.

Os resultados apontam três eixos temáticos, no tocante utilização de novas tecnologias para a gestão e gerenciamento dos RSS. São elas: Tecnologias adotadas para não geração, redução, reutilização e reciclagem; Tecnologias para tratamento dos

resíduos sólidos e disposição final, ambientalmente adequada e Tecnologias para monitoramento, controle e avaliação da gestão e gerenciamento dos RSS.

Contudo, para a operacionalização de novas tecnologias é imprescindível a ação solidária de todos os atores sociais, desde o Poder Público, produzindo e aplicando uma legislação socialmente eficaz; passando pela iniciativa privada, a partir do desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias capazes de não gerar resíduos, desenvolvimento de sistemas de redução dos resíduos com a sua reinserção na cadeia de produção e estratégias de correta destinação dos resíduos, culminando na sociedade que deve ser orientada e conscientizada para ações ambientalmente adequadas e apropriadas.

Faz-se necessário identificar possibilidades que aliem o cumprimento da legislação ambiental e a diminuição dos impactos decorrentes da má gestão e do gerenciamento inadequado dos RSS aos quais se devem dar melhor ênfase com o direcionamento de estudos teóricos e tecnicamente viáveis, promovendo a contribuição da comunidade científica e a reflexão dos gestores e dos formuladores de Políticas Públicas direcionadas preservação ambiental e ao bem comum da sociedade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C. A et al. **J. Bras. Patol. Med.**, v. 47, n. 4, 2011.

BESEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA, P. et al. **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles**. São Paulo: ExLibris, 2010.

BRASIL. Leis, decretos etc. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 84, Seção 1, p. 63-65, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Gestão de Tecnologias em Saúde**. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

CARNEIRO, P. A. **Análise das tecnologias para gestão e reaproveitamento energético dos resíduos urbanos para reciclagem de plásticos**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2009. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Energia).

COUTINHO, R. M. C.; COUTINHO, A. L. O; CARREGARI, L. C. Incineração: Uma Alternativa Segura para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos. **Advances in Cleaner Production**, 2011.

DOI, K. M.; MOURA, G. M. S. S. Resíduos sólidos de serviços de saúde: uma fotografia do comprometimento da equipe de enfermagem. **Rev. Gaúcha Enferm.**, v. 32, n. 2, 2011.

GONÇALVES, E. M. N.; SANTOS, C. B.; BADARÓ, M. L. S.; RODRIGUES, V. A. F.; MENDES, M. E.; SUMITA, N. M. Modelo de implantação de plano de gerenciamento de resíduos no laboratório clínico. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, v.47, n. 3, 2011.

GRIGOLETTO, J. M.; SANTOS, C.B.; ALBERTINI, L. B. Situação do gerenciamento de efluentes de processamento radiográfico em serviços de saúde. **Radiol. Bras.**, v. 44, n. 5, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.

LIMA, J. D. et al. Uso de modelos de apoio a decisão para análise de alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos na Região Sul do Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 19, n. 1, p. 33-42, 2014.

NOVI, J. C. et al. Avaliação legal, ambiental e econômica da implantação de sistema próprio de tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde para geração de energia em hospital-escolado Estado de São Paulo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 27, p. 193-209, 2013.

PERES, R. R.; CAMPONAGARA, S.; SOARES, S. G. A.; DIAZ, P. S. As contribuições das produções científicas na temática “enfermagem e meio ambiente”: uma revisão narrativa. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 13, n. 44, p. 85-93, 2015.

REICHERT, G. A. **Tecnologias apropriadas para o tratamento dos resíduos sólidos**. XI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos da ABES - Brasília, 2014.

REZENDE, L. R. Vulnerabilidade dos geradores de resíduos de saúde frente às Resoluções 358 CONAMA e RDC 306 ANVISA. **O Mundo da Saúde**, v. 30, n. 4, p. 588-597, out./dez. 2006.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2012.

SANTOS, J. N.; BELLUCCI, F. S.; AREIAS, M. A. C. Sustentabilidade na gestão de resíduos de serviços de saúde (RSS) em instituições de saúde: um overview sobre o estado da arte. **Gestão e Saúde**, 5, 2014. Disponível em: <<http://gestaoesaude.bce.unb.br/index.php>>. Acesso em: 02 set. 2015.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007.

TÔRRES FILHO, A.; FERREIRA, A. F. M.; MELO, G. C. B.; LANGE, L. C. Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde pelo processo de pirólise. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 19, n. 2, p. 187-194, 2014.

USEPA - **United States Environmental Protection Agency**. Technology Transfer Network. 2011. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn>>. Acesso em: 20 set. 2015.

VITOR, A. L. et al. Avaliação de ferramenta informatizada para gestão de resíduos em um hospital universitário de nível terciário. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 48, n. 1, p. 77-86, 2015.