

Gestão ambiental em hospitais sobre o descarte dos resíduos de explantes metálicos ortopédicos

Os explantes metálicos resultantes da conclusão terapêutica cirúrgica ortopédica são classificados como resíduos sólidos com potencial para contaminação. Objetivo: Analisar na literatura como ocorre a gestão ambiental em hospitais através do descarte dos resíduos de explantes metálicos ortopédicos. Metodologia: Essa foi uma pesquisa aplicada, prática, quantitativa, experimental, exploratória, empírica e transversal tendo como objetivo investigativo a confirmação das hipóteses. A pesquisa foi desenvolvida em todos os Estados Brasileiros, em hospitais públicos e privados, considerados como referência para o tratamento de ortopedia e traumatologia. Foram comparados três grupos distintos: hospitais brasileiros certificados pela ISO 14.001, hospitais com acreditação ONA com nível de excelência e os não certificados, usando o método indutivo. Principais Resultados: Os explantes devem ser registrados e controlados para a reciclagem, etapa contemplada no plano de gerenciamento de resíduo da saúde (PGRSS). No entanto, a destinação final é um problema amplo devido às questões econômicas criarem entraves para aplicação das leis. Ao se tratar da reciclagem dos explantes cirúrgicos, o aço inox pode ser totalmente reaproveitado, por exemplo. Principais conclusões: No Brasil, não há poucos dados quanto ao número de geradores ou da quantidade de resíduos de serviços de saúde e, incorretamente, os explantes são descartados como resíduo perfuro cortante.

Palavras-chave: Resíduos de serviços de saúde; Uso de resíduos sólidos; Próteses e implantes; Administração ambiental.

Environmental management in hospitals on the disposal of waste from orthopedic metal explants

Metallic explants resulting from orthopedic surgical therapeutic completion are classified as solid waste with potential for contamination. Objective: To analyze in the literature how environmental management occurs in hospitals through the disposal of waste from metal orthopedic explants. Methodology: This was an applied, practical, quantitative, experimental, exploratory, empirical and transversal research with the investigative objective of confirming the hypotheses. The research was carried out in all Brazilian States, in public and private hospitals, considered as a reference for the treatment of orthopedics and traumatology. Three distinct groups were compared: Brazilian hospitals certified by ISO 14001, hospitals with ONA accreditation with a level of excellence and those not certified, using the inductive method. Main Results: The explants must be registered and controlled for recycling; a step contemplated in the health waste management plan (PGRSS). However, final disposal is a wide problem due to economic issues creating barriers to the application of laws, contributing to environmental deterioration. When it comes to recycling surgical explants, stainless steel can be fully reused. Main conclusions: In Brazil, there are no exact statistics regarding the number of generators or the amount of waste from health services and the explants are discarded as sharp piercing waste.

Keywords: Waste from health services; Use of solid waste; Prostheses and implants; Environmental administration.

Topic: **Sistemas de Gestão Ambiental**

Received: **04/03/2022**

Approved: **19/03/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Micheli Patrícia de Fátima Magri 
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8543811060701907>
<https://orcid.org/0000-0002-0600-6249>
michelipmagri@gmail.com

Rogério Benedito de Brito 
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8768013012823553>
<https://orcid.org/0000-0003-2822-0550>
rogerio.b.debrito@gmail.com

Tales Alexandre Aversi Ferreira 
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1101341437463729>
<https://orcid.org/0000-0002-4417-7209>
tales.ferreira@unifal-mg.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0030

Referencing this:

MAGRI, M. P. F.; BRITO, R. B.; FERREIRA, T. A. A.. Gestão ambiental em hospitais sobre o descarte dos resíduos de explantes metálicos ortopédicos. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.3, p.390-399, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0030>

INTRODUÇÃO

A epistemologia da sustentabilidade está chegando em todos os setores da ação humana indicando procedimentos para o desenvolvimento sustentável e a consciência ecológica implicando em alterações de comportamento dos indivíduos e empresas (PANOV, 2013), de modo diversificado (SESINI et al., 2020). Nesse interim, o descarte do material usado nos procedimentos de tratamento da saúde é um dos temas relevantes, pois a maioria dos estudos sobre os efeitos ambientais estão voltados para área industrial e as instituições de saúde impactam o ambiente (TSIOUMPRI et al., 2020).

Um grande número de pacientes humanos é encontrado em hospitais que usam os vários tipos de objetos/fármacos que entraram em contato com material biológico vivo ou após o decesso, logo, os aspectos de gestão são necessários para o controle do descarte desses materiais, os resíduos (ECKELMAN et al., 2016), que é responsabilidade dos hospitais ou das empresas fornecedoras dos mesmos.

Especificamente, os resíduos sólidos geram 1,25 até 14,8 kg/dia/leito nos países desenvolvidos (ASKARIAN et al., 2004) e no Brasil 25,66 kg/leito/dia; no entanto, 90,72% poderiam ser reciclados (VIEIRA et al., 2018); por exemplo, os explantes metálicos resultantes de cirurgias ortopédicas são classificados como resíduos sólidos com potencial para contaminação (BRASIL, 2018; VILELA et al. 2009; NAIME et al., 2007; BRASIL, 2004).

Os implantes metálicos ortopédicos são dispositivos utilizados para compensar, total ou parcialmente, uma determinada função alterada no sistema esquelético, com propriedades de biocompatibilidade, resistência mecânica à fadiga, ao desgaste e à corrosão. As matérias-primas utilizadas na fabricação são o aço inoxidável, o titânio não-ligado, as ligas de titânio e as ligas de cobalto-cromo-molibdênio (ABNT, 1999; ABNT 1998 a, ABNT 1998b, ABNT 1998c).

Estes devem ser registrados e controlados para a reciclagem, etapa contemplada no plano de gerenciamento de resíduo da saúde (PGRSS), pois há possibilidade de reutilização nas artes, na construção civil ou na manutenção hospitalar (VIEIRA et al., 2018).

Em termos legais, a atual Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº. 12.305/2010 e das normas nacionais sobre o gerenciamento de resíduos de serviço de Saúde (RSS), padroniza-se a obrigatoriedade o tratamento prévio das frações infectantes dos resíduos (BRASIL, 2018; BRASIL, 2012; BRASIL, 2010), e o descumprimento pode gerar problemas ambientais elevando os índices de infecção hospitalares (ABRELPE, 2020; SILVA et al. 2011; ESTEVES et al. 2007).

De fato, o manejo adequado desses resíduos além de evitar contaminação ambiental pode ser direcionado para uso em outras áreas como as engenharias que podem usá-los em estruturas metálicas como ligas, por exemplo, e, logo, possibilitar investimentos em tecnologias ambientais mais limpas (ESTEVES et al. 2007; NAIME et al., 2007) e seguras.

Esse raciocínio está dentro da preocupação da sociedade com o meio ambiente e do avanço da legislação ambiental brasileira para o tratamento das frações infectantes, como explantes cirúrgicos ortopédicos, que desafia os hospitais a encontrarem um equilíbrio entre a melhoria da qualidade dos serviços

prestados com o menor custo econômico, ambiental e social (ESTEVEES et al. 2007).

No entanto, é intangível a criticidade da gestão de resíduos sólidos hospitalares, uma vez que os geradores desconhecem a quantidade e a composição dos resíduos, interferindo diretamente no descarte final, quebrando a cadeia de reutilização via reciclagem (SILVA et al. 2011; NAIME et al., 2007), pois o controle de resíduos sólidos deve entrar nesse sistema para, pelo menos, efetivar o processo de sustentabilidade.

Para observar o atual cenário do descarte de resíduos sólidos hospitalares no Brasil, o objetivo desse trabalho foi analisar como ocorre a gestão ambiental em hospitais para o descarte dos resíduos de explantes metálicos ortopédicos, para testar a hipótese se estes estão sendo adequadamente tratados e descartados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em todos os Estados Brasileiros, em hospitais públicos e privados, considerados como referência para o tratamento de ortopedia e traumatologia.

Comitê de ética

Esse estudo foi aprovado por Comitê Institucional de Ética (Associação Unificada Paulista de Ensino Renovado Objetivo nº. 4.111.299). Foi oferecido um termo de consentimento livre e esclarecido e somente aqueles que assinaram o termo fizeram parte da pesquisa via um questionário estruturado e fechado.

Estabelecimentos de Saúde

Essa foi uma pesquisa aplicada, prática, quantitativa, experimental, exploratória, empírica e transversal tendo como objetivo investigativo a confirmação das hipóteses. Foram comparados três grupos distintos: hospitais brasileiros certificados pela ISO 14.001 (22 hospitais), hospitais com acreditação ONA com nível de excelência (125) e os não certificados (97), usando o método indutivo. A fonte de dados foi primária com a aplicação do questionário Sistema Contábil Gerencial Ambiental (SICOGEA) adaptado para o estudo dos explantes ortopédicos, amparado por revisão bibliográfica das leis brasileiras e internacionais que regulamentam o manejo dos Resíduo de Serviços de Saúde (RSS).

Procedimento metodológico

A trajetória metodológica foi dividida em 2 fases, 1] a revisão teórica [desenvolvimento sustentável, explantes cirúrgicos ortopédicos, legislação nacional e internacional, problemas ambientais trazidos pelo descarte errado, logística reversa e sistema de gestão ambiental], e; 2] a aplicação do questionário SICOGEA, via ferramenta Google® para pesquisa (PFITSCHER, 2004; URIOSTE et al. 2018).

A avaliação ocorreu por meio da aplicação do questionário de ecoeficiência no processo hospitalar (SICOGEA), contendo 53 questões relacionadas ao gerenciamento e manejo de resíduos de explantes cirúrgicos de ortopedia (URIOSTE et al. 2018) com a possibilidade de detalhar algum comentário ou questão.

Esta ferramenta é dividida em três etapas: 1] avaliar a integração na cadeia produtiva para levantar as necessidades de clientes e fornecedores; 2] gestão do ponto de vista ecológico, necessária para a certificações; 3] gestão da contabilidade e controladoria ambiental a partir da avaliação dos efeitos ambientais, que se subdivide em investigação e mensuração, informação e decisão (URIESTE et al. 2018).

A lista de verificação é dividida em critérios e subcritérios, tendo como objetivo verificar a sustentabilidade ambiental e social. Portanto, a lista foi adaptada para cada empresa em que foi aplicada (PFITSCHER, 2004) (tabela 1). Lista de Verificação, dividida em critérios e subcritérios para efeito desse estudo está na tabela 1.

Tabela 1: Critério e número de questões do sistema SICOGEA

	Critérios	Subcritérios	Nº de questões
1.	Fornecedores		02
2.	Ecoeficiência do Processo Hospitalar	2.1. Destinação dos explantes	10
3.	Esterilização dos explantes		15
4.	Indicadores Gerenciais		03
5.	Recursos Humanos na Organização		05
6.	Indicadores Contábeis	6.1. Indicadores ambientais de bens	03
		6.2. Indicadores ambientais de contas de resultados	03
		6.3. Indicadores de demonstração ambiental específica	01
7.	Auditoria Ambiental		11

Fonte: PFITSCHER (2004).

A resposta “A” corresponde a situação adequado, “D” deficitário e “NA” não se aplica. Para a obtenção da sustentabilidade utilizou-se as respostas do questionário aplicadas à fórmula de sustentabilidade:

$$\frac{\text{Total de quadros Adequados} \times 100}{\text{Total de questões} - \text{total de quadros "NA"}}$$

Após o cálculo da sustentabilidade, foi avaliado o grau de desempenho para cada critério, com identificação do nível dentro de três parâmetros (tabela 2), que servem como referencial de classificação.

Tabela 2. Avaliação da sustentabilidade e desempenho ambiental

Resultados	Sustentabilidade	Desempenho
Inferior a 50%	Deficitário “D”	Fraco, pode estar causando danos ao meio ambiente
Entre 51 e 70%	Regular “R”	Médio, atende apenas à legislação
Mais de 71%	Adequado “A”	Alto, valorização ambiental, produção ecológica e preservação da Poluição

Fonte: PFITSCHER, (2004).

Foram realizados os testes de normalidade para verificação do enquadramento dos dados em paramétricos ou não paramétricos. Como os dados foram não paramétricos, os testes de correlação e análise de regressão linear foram usados.

RESULTADOS

As análises das respostas dos questionários indicaram que os hospitais com certificação, em sua maioria, estão adequados aos critérios de descartes de explantes em todos os sete itens investigados, no entanto, os hospitais sem certificação mostraram-se deficitários nos itens 6 e 7 (tabela 1).

Dos critérios e subcritérios obtidos a partir dos questionários do sistema SICOGEA, i.e., critério 1, fornecedores; critério 2, ecoeficiência do processo hospitalar, subcritério 2.1. destinação dos explantes;

critério 3, esterilização dos explantes; critério 4, indicadores gerenciais; critério 5, recursos humanos na organização; critério 6, indicadores contábeis, subcritérios 6.1. indicadores ambientais de bens, 6.2. indicadores ambientais de constas de resultados, 6.3. indicadores de demonstração ambiental específica; critério 7, auditoria ambiental; os de número 6 e 7 foram os mais deficitários em hospitais não certificados, o critério 2 foi regular para todos os hospitais, e de um modo geral, o critério adequado superou o deficitário em todos os hospitais certificados (tabela 1).

Tabela 3. Dados dos itens presentes nos questionários para hospitais certificados ONA, ISSO 14001 e hospitais não certificados.

Hospitais sem certificação	Critérios						
	1	2	3	4	5	6	7
Adequado	122	404	967	152	228	273	386
Deficitário	56	312	307	79	153	290	465
Não se aplica	14	244	166	57	99	109	205
Hospitais com certificação ONA [Organização Nacional Acreditação]	Critérios						
	1	2	3	4	5	6	7
Adequado	189	663	1466	240	451	552	800
Deficitário	15	360	300	85	109	182	382
Não se aplica	44	217	94	47	60	124	182
Hospitais com certificação ISO 14001	Critérios						
	1	2	3	4	5	6	7
Adequado	34	118	255	40	73	88	181
Deficitário	4	64	74	16	17	42	28
Não se aplica	6	58	31	16	30	38	55

A comparação dos sete itens associando hospitais não certificados com os dois tipos de certificados (ONA e ISO 14.001), via regressão linear, mostrou um forte coeficiente de regressão ($R^2=0,8709$) e uma forte correlação entre os hospitais não certificados e os certificados ONA ($R^2=0,9332$); um fraco coeficiente de regressão ($R^2=0,3568$) e uma média correlação ($R^2=0,5973$) em relação aos certificados ISO 14.001; um valor médio de coeficiente de regressão ($R^2=0,5449$) e uma média correlação ($R^2=0,5449$) entre os dois hospitais certificados.

As porcentagens de pontuação obtidas via questionários mostram que os hospitais não certificados estão dentro da escala regular, i.e., perfazem de 51 a 70% dos critérios de verificação, os certificados ONA e ISO estão dentro do critério adequados de 71 a 100% dos critérios do SICOGEA.

DISCUSSÃO

A análise dos dados mostra que os hospitais certificados ONA e ISO 14.001 foram classificados como adequados nos critérios: 1 fornecedores com média acima dos 89%, critério 3 esterilizações dos explantes acima com 77,5%, critério 4 indicadores com 71,4%, critério 5 recursos humanos e critério 6 indicadores acima dos 80%. No critério 7, auditoria ambiental, somente os hospitais com certificação ISO ficaram classificados como adequados, alcançando 86,8% e os Hospitais com certificação ONA, 67,68% (figuras 1, 2 e 3). Os hospitais sem certificação receberam nos critérios 1, 2, 4 e 5, i.e., avaliação regular. Nos critérios 6 e 7 deficitário e somente no critério 3, esterilização dos explantes, apresentou-se adequado com 75,9%. Do total de hospitais avaliados com certificação ISO, 4,6% apresentou a classificação como deficitário, enquanto que com certificação ONA 6,4% e entre os hospitais não certificados a ocorrência foi de 20,8%.

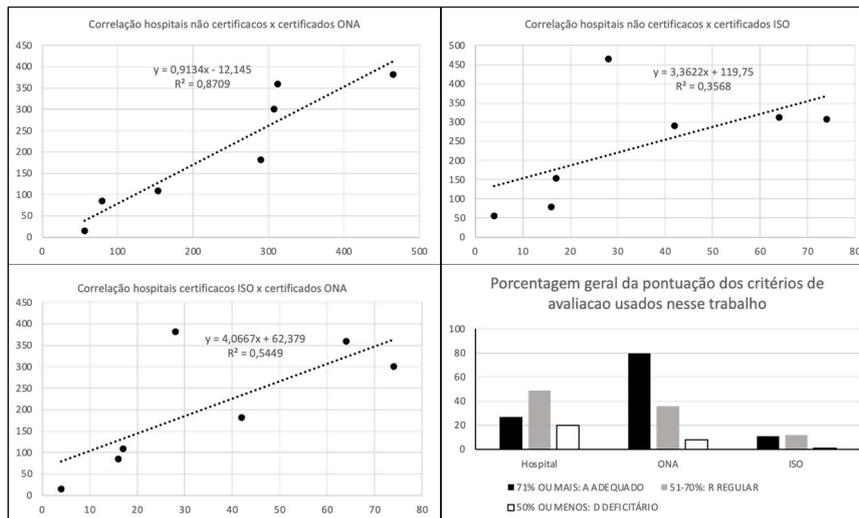


Figura 1: Dados de comparação entre os tipos de hospitais estudados em relação à não certificação e certificados ONA e ISSO 14001 via análise de regressão linear mostrados nos gráficos de linha com as equações e R^2 . O gráfico de colunas mostra as porcentagens dos critérios de avaliação dos hospitais em função do questionário SICOGEA.

No questionário aplicado aos hospitais havia a possibilidade de detalhar algum comentário ou questão. Encontrou-se três relatos que descrevem o descarte dos explantes em caixa box destinadas aos materiais perfurocortantes para descarte através da incineração, item avaliado pela questão 4.1. O procedimento não está em consonância com a RDC nº 15, itens 108 ao 111; dois relatos com a descrição prevista para o descarte seguro e apropriado, seguindo a legislação, também foram citados.

Num cenário ótimo, todos os requisitos deveriam estar dentro de excelente na avaliação, pelo menos para os hospitais certificados. Não foi o que ocorreu, mas a maioria das especificações necessária segundo o questionário do SICOGEA pode ser considerado não como um fator final de avaliação, mas como adequação para melhoras. De fato, dados da Europa estão em melhores condições melhores do que os obtidos nesse estudo, como a Áustria, Itália, com destaque para a França, no entanto, rivalizam com os Estados Unidos e Canadá (MAIA, 2002).

No caso dos hospitais não certificados, esperava-se que estivessem menos adequação, o que ocorreu, corroborando com as informações da literatura para as dificuldades da implantação da ecoeficiência em relação aos explantes no Brasil, Colômbia, México e Chile (MAIA, 2002).

As explicações para as dificuldades encontrada nas Américas estão ligadas ao pouco controlado desenvolvimento econômico com foco no consumismo. Em geral, para várias instituições os resíduos produzidos pela sociedade, dentro do modelo de desenvolvimento tecnológico e econômico vigente propicia, em especial as instituições hospitalares um consumo exacerbado (ALVES et al., 2013; VILELA et al. 2009; TOLEDO et al., 2006; BROLLO et al. 2011) com conseqüente geração de resíduos, que são devolvidos ao ambiente de forma inadequada com contaminação do solo e das águas com prejuízos ambientais, sociais e econômicos (BARBIERI, 2011; MAZZER et al., 2004; BROLLO et al. 2011).

No Brasil há pouca integração entre política e sociedade com questões do manejo dos resíduos, devido aos valores éticos e educacionais difundidos (VILELA et al. 2009), mas, para desenvolver uma nova consciência ambiental, com responsabilidade com a forma de coexistir no planeta são necessários investimentos em educação (MAZZER et al., 2004; MAIA, 2002). Como o problema é a relação

hospital/sociedade, a educação é o meio mais adequado e abrangente para diminuir a distância entre o órgão responsável pelo descarte dos explantes além da obediência das leis regulamentadoras, por exemplo, a responsabilidade do descarte dos resíduos coletados pelas prefeituras após obtê-los nos hospitais (veja mais a frente).

A primeira regulamentação nacional específica sobre a coleta de lixo foi a Lei no. 2.313 de 1954 (BRASIL, 1954), que levou à implantação da Portaria nº 53 de 1979, (BRASIL, 1979) e a Lei nº 6.938, de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional Do Meio Ambiente e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (BRASIL, 1981).

Dentro do contexto desse trabalho, entra a RDC nº 306/04 que classificou os explantes como objetos perfurantes que apresentavam risco à saúde e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos (BRASIL, 2004). A Resolução CONAMA nº 358/05 dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos, com a proposta de regulamentar as três esferas governamentais (BRASIL, 2005).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou a RDC nº 15/12, para definir que os explantes devem ser direcionados a central de material e esterilização (CME) para posterior a limpeza e nova esterilização, eliminando microrganismos e assim ser encaminhado para a reciclagem ou entregue ao paciente mediante a solicitação formal, conforme o artigo nº 110, presumindo que a responsabilidade do descarte futuro seja da Prefeitura Municipal do residente (BRASIL, 2012). A RDC nº 222/18 definiu o manejo do explante cirúrgico como ação de gestão dos resíduos, a partir da segregação até a disposição final dos estabelecimentos de saúde (BRASIL, 2018).

No entanto, a destinação final é um problema amplo devido as questões econômicas criarem entraves para aplicação das leis, o que, pelo menos, contribui para a deterioração ambiental (MAIA, 2002; VILELA et al. 2009; BROLLO et al. 2011). No Brasil, não há dados acurados quanto ao número de geradores ou da quantidade de resíduos de explantes nos serviços de saúde.

É relevante retratar que o custo gerado na CME com o tratamento do explante não pode ser considerado na conta do paciente, apesar de requerer o uso de escovas especiais para a limpeza devido a estagnação do cimento ósseo, por não ter produtos específicos para a limpeza desses fragmentos, além de gerar o aumento do consumo de água, tempo de trabalho do funcionário e energia elétrica com os ciclos de esterilização (ROMERO, 2016).

Devido a equação de quilos gerados x gastos com gestão de resíduos, os resíduos são descartados como perfuro cortantes erroneamente, pois, como exemplo, o alumínio pode levar de 200 a 500 anos para se decompor na natureza¹ (URIESTE et al. 2018).

Nesse sentido, ao se tratar da reciclagem dos explantes cirúrgicos, o aço inox pode ser totalmente reaproveitado e, por serem reciclados quimicamente próximo dos materiais de seu ciclo comum, consome menos energia e provoca um menor impacto ambiental² (DIOGO, 2013).

¹ https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=11

² <https://ionix.ind.br/noticias-e-eventos/noticias/reciclagem-do-aco-inoxidavel>

A logística reversa apresenta-se como um instrumento para aplicação da responsabilidade compartilhado pelo ciclo de vida dos produtos e o PNRS o conceitua como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Esse tipo de reciclagem deve ser considerado uma estratégia eco eficiente, por ser uma relação entre produzir mais com menor uso de recursos naturais e gerando menos resíduo, minimizando o impacto sobre a natureza, que gerou aceitação no meio empresarial através do seu sistema de gestão ambiental (TOLEDO; DEMAJOROVIS, 2006).

Para uma formatação da gestão ambiental é necessário passar pelas etapas de definição da Política Ambiental, organização do Planejamento Ambiental, execução da política pelo do Gerenciamento Ambiental e Manejo Ambiental (BROLLO et al. 2011). A gestão de resíduos, em particular a dos explantes cirúrgicos ortopédicos, devem estar contempladas dentro da gestão ambiental (ONU, 1992).

Estruturados sob bancos de dados, os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) integram procedimentos para a capacitação pessoal, acompanhamento de relatórios de desempenho e informação ambiental específicas, para o público interno e externo da empresa (NUNES et al., 2011).

As oportunidades de melhoria promovidas pelo SGA atuam como contraponto aos desperdícios invisíveis, às perdas de eficiência e aos riscos ocultados, resultando em redução do consumo de matérias primas de resíduos e, também, de gases poluentes (ESTEVES et al. 2007; MAZZER et al., 2004).

A ISO 14.000 é um SGA que se baseia na visão organizacional de fazer o que precisa ser feito para garantir o compromisso e definir política na gestão ambiental, formular um plano, desenvolver apoio necessário à realização dos objetivos e metas de sua política ambiental, medir, monitorar e avaliar seu desempenho ambiental (MAZZER et al., 2004).

Considerando os dados desse trabalho, fica claro que para o Brasil apresentar condições de ecoeficiência do tipo “europeu”, mais fiscalização e gerenciamento ambiental deve ser feito nos hospitais para que os explantes sejam adequadamente descartados (BRASIL, 2010) e, com um manejo baseado em sustentabilidade, o tratamento destes poderiam ser direcionados para indústria da construção civil como material para diversos insumos nas estruturas metálicas ou retornar para ser reaproveitado em materiais hospitalares como as bases das camas, suportes e cadeiras de roda (BRASIL, 2012), num retorno para cadeia produtiva via manufatura reversa.

CONCLUSÕES

No Brasil, como citado acima e reforçado aqui, não há dados exatos quanto ao número de geradores ou da quantidade de resíduos de serviços de saúde. Em estudos de Urioste e colaboradores (2018) devido a equação de quilos gerados x gastos com gestão de resíduos, muitas vezes são descartados como perfuro cortantes, um grave erro no manejo de resíduos sólidos e que gera repercussões desastrosas ao ambiente. Por exemplo, descartado erroneamente o alumínio pode levar de 200 a 500 anos para se decompor na

natureza (URIOSTE et al. 2018).

A reciclagem através da logística reversa deve ser considerado uma estratégia eco eficiente, por ser uma relação entre produzir mais com menor uso de recursos naturais e gerando menos resíduo, minimizando o impacto sobre a natureza (TOLEDO et al., 2006), e os resíduos sólidos de implantes, por sua natureza metálica, apresenta alto potencial de reutilização.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2020.

ALVES, I. J. B. R.; FREITAS, L. S.. Análise comparativa das ferramentas de gestão ambiental: produção mais limpa x ecodesign. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A.. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

ASKARIAN, M.; VAKILI, M.; GHOLAMHOSEIN, K.. Results of a hospital waste survey in private hospitals in far provinve. **Waste Management**. n.24, p.347-352. 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 5832-1: Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Aço inoxidável conformado**. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 5832-2: Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Titânio puro**. Rio de Janeiro, 1998a.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 5832-3: Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Liga conformada titânio6-alumínio4-vanádio**. Rio de Janeiro, 1998b.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 5832-4: Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Liga fundida cobalto-cromo-molibdênio**. Rio de Janeiro, 1998c.

BARBIERI, J. C.. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. In: **Gestão ambiental empresarial: conceitos modelos e instrumentos**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Resolução CONAMA nº.358**. Brasília: DOU, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada: RDC nº15**. Brasília: DOU, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada: RDC nº. 222**. Brasília: DOU, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada: RDC nº. 306**. Brasília: DOU, 2004.

BRASIL. **Decreto no. 7.404 de 23 de dezembro de 2010**. Política nacional de resíduos sólidos. Brasília: DOU, 2010.

BRASIL. **Lei nº 2.312 de 3 de setembro de 1954**. Normas gerais sobre defesa e proteção da saúde. Brasília: DOU, 1954.

BRASIL. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Política nacional do meio ambiente. Brasília: DOU, 1981.

BRASIL. **Portaria n. 53 de 01 de março de 1979**. Brasília: DOU, 1979.

BROLLO, M. J.; SILVA, M. M.. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. **Anais**. João Pessoa: ABES, 2001.

DIOGO, W. S.. **Produção do pó do aço AISI 52100 com e sem adição de carboreto de titânio e nobio utilizando moagem de alta energia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

ECKELMAN, M. J., SHERMAN, J.. Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. **PLoS ONE**, n.11, p.1-14, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157014>

ESTEVEES, V. A.; SAUTTER, K. D.; AZEVEDO, J. A. M. Percepção do impacto de sistema de gestão ambiental em hospitais. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. **Anais**. Curitiba, 2007.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O.. Introdução a gestão ambiental de resíduos. **INFARMA**, v.16, n.11-12, p.67-77, 2004.

NAIME, R. H.; RAMALHO A. H. P.; NAIME I. S.. Diagnóstico do sistema de gestão dos resíduos sólidos do hospital das clínicas de Porto Alegre. **Estudos Tecnológicos**, v.3, p.12-36, 2007.

NUNES, J. P. O.; PFITSCHER, E. D.; UHLMANN, V.. O. Um aporte ao sistema contábil gerencial ambiental: 2ª geração de indicadores. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v.5, n.2, p.154-171, 2011. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v5i2.304>

MAIA, M. F. N.. A gestão de resíduos urbanos e suas limitações. **Revista Baiana de Tecnologia**, v.17, n.1, p.120-129, 2002. DOI: <https://doi.org/10.5902/223611702299>

ONU. Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Anais**. Rio de Janeiro: Centro de informações das Nações Unidas, 1992.

PANOV, V. I.. Ecological Thinking, Consciousness, Responsibility. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.86, p.379-383,2013

PFITSCHER, E. D.. **Gestão e sustentabilidade através da contabilidade e contabilidade ambiental**: estudo de caso na cadeia produtiva de arroz ecológico.. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ROMERO, L. J.. Implantes e explantes: Desafios do cotidiano do CC e CME. In: JORNADA NORTENOESTE DE CENTRO CIRÚRGICO E CENTRAL DE ESTERILIZAÇÃO, 14. **Anais**. Fortaleza, 2016.

SESINI, G., CASTIGLIONI, C., LOZZA, E.. New Trends and Patterns in Sustainable Consumption: A Systematic Review and Research Agenda. **Sustainability**, v.12, 2020.

SILVA, A. C. N., CARVALHO, J. J. S., BONFIM, L. A. S., SILVA, A. C. R., MOTA, E. L. A., REIS, M. G.. Regulamentação do tratamento de resíduos infectantes em serviço saúde: revisão de literatura. **Rev. Bras. Ciências Ambientais**, n.22, 2011.

TSIOUNPRI, K.; TSAKNI, G.; GOULA, A.. Sustainable Development in Healthcare Facilities. Case Study: Swedish and Greek Hospital. **Journal of Sustainable Development**,

v.178, n.13, 2020.

TOLEDO, A. F.; DEMAJOVOIS, J.. Atividade hospitalar: impactos ambientais e estratégias de ecoeficiência. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalhador e Meio Ambiente**, v.1, n.2, 2006.

URIOSTE, A.; ZAJAC, M. A. L.; AQUINO, S. A., RIBEIRO, A. P.. Logística reversa de explantes cirúrgicos em hospital filantrópico: implantação de um novo modelo ecoeficiente de gerenciamento resíduo hospitalar. **Rev. Gestão e Sistemas Saúde**, v.7, n.3, 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5585/rev.+gest.+sist..v7i3.415>

VIEIRA, J. B. N.; RODRIGUES, V. S.. **Desafios no manejo dos RSS recicláveis do hospital das clínicas de Uberlândia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

VILELA, E. B. R.; COSTA, L. S. O.; LIMA, M. S. R.; SOUSA, M. H.. Uma abordagem normativa dos resíduos sólidos de saúde e a questão ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.22, 2009.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157817597452877825/>