

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO  
GESTÃO EM SISTEMAS DE SAÚDE**

**REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS PLÁSTICOS ESTÉREIS PELO  
TRATAMENTO POR RADIAÇÃO GAMA: LOGÍSTICA REVERSA DE INSUMOS  
LABORATORIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

CAMILLE DE LA CRUZ LUI

São Paulo

2014

Camille de la Cruz Lui

**REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS PLÁSTICOS ESTÉREIS PELO  
TRATAMENTO POR RADIAÇÃO GAMA: LOGÍSTICA REVERSA DE INSUMOS  
LABORATORIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

**REUSE OF STERILE PLASTIC MATERIALS BY TREATMENT OF GAMMA  
RADIATION: REVERSE LOGISTICS OF LABORATORY SUPPLIES AT A  
HIGHER EDUCATION INSTITUTION**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Administração: Gestão em Sistemas de Saúde da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração**.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Aquino

São Paulo

2014

*Lui, Camille de La Cruz.*

*Reaproveitamento de materiais plásticos estéreis pelo tratamento por radiação gama: logística reversa de insumos laboratoriais em uma instituição de ensino superior. /Camille de La Cruz Lui. 2014.*

*83 f.*

*Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2014.*

*Orientador (a): Profa. Dra. Simone Aquino.*

*1. Logística reversa. 2. Materiais estéreis. 3. Placa de petri. 4. Radiação. 5. Laboratório de diagnóstico.*

*I. Aquino, Simone.*

*II. Título*

**CDU 658**

“Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário.”

(Albert Einstein)

## DEDICATÓRIA

A minha mãe Marlene Lui que com seu jeito doce, sempre me incentiva, apoia e pacientemente me mostra o lado bom das coisas.

Ao meu pai Orlando Lui Jr. (*in memoriam*) que onde estiver com certeza deve estar muito orgulhoso de mim.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder força de vontade, saúde e coragem para concluir mais esta etapa da minha vida.

A Profa. Dra. Simone Aquino, que orgulhosamente eu tive o prazer de ter como orientadora, o meu maior agradecimento. Obrigada professora, pela parceria e por ter segurado a minha mão e caminhado ao meu lado nesta jornada tão importante, sem você nada disso teria se concretizado.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos por estarem sempre presentes.

Ao Michel Pinho pela amizade e gentileza.

À Universidade Nove de Julho que, através da criação do mestrado profissional em gestão de saúde, me concedeu a oportunidade de aprimoramento profissional com bolsa de estudos.

A todos os professores do PMPA-GSS que ministraram as disciplinas, contribuindo para a construção do conhecimento, sem a qual não seria possível a elaboração desta dissertação.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN) representado pelo Dr. Pablo Antonio Vásquez Salvador e Paulo de Souza Santos, cuja parceria foi fundamental para a execução deste projeto.

Aos colegas de mestrado da turma 2013, que carinhosamente chamamos de “guerreiros”, o meu agradecimento pela convivência, aos momentos de alegria e risadas trocadas, e um muitíssimo obrigada pela confraternização nos nossos lanches de todas as noites.

Aos meus amigos Cristiano Gomes e Thaíssa Mendes que se estenderam além das paredes da sala de aula. Como diríamos, *#tamojunto*.

## RESUMO

A cadeia de suprimentos nas instituições de ensino públicas ou privadas, voltadas para o diagnóstico laboratorial na área de saúde, deve ser gerenciada seguindo normas de qualidade e legislações pertinentes à biossegurança. O custo e a otimização do uso desses materiais é um fator importante nas organizações de saúde ou centros de diagnóstico, levando-se em consideração a logística reversa de sobras das embalagens de materiais estéreis para melhoria na sustentabilidade. Uma organização de saúde integra-se como subsistema para atender as necessidades de insumos (materiais de consumo) e de equipamentos (materiais permanentes). Essas atividades são complexas, e demanda um mix específico de insumos, assentadas sobre uma cadeia produtiva que incorpora sequências de ações definidas para a geração de seus produtos ou procedimentos. A Cadeia de Suprimentos ou *Supply Chain* compreende todas as atividades ligadas ao fluxo e à transformação pela qual um produto passa, desde a matéria-prima até o consumidor final. Com a crescente preocupação com o meio ambiente e a natureza competitiva do mercado, a importância do fluxo inverso de materiais e produtos, vem tomando maiores proporções. O gerenciamento desse caminho inverso dos materiais, quando comparado ao fluxo direto da cadeia de suprimentos, é chamado de logística reversa. A infecção hospitalar atinge o mundo todo e representa uma das causas de morte em pacientes hospitalizados, os testes de sensibilidade são indicados para qualquer microrganismo que cause um processo infeccioso que requeira terapia antimicrobiana. O preparo de placas de Petri para testes de antibiograma envolve a utilização de materiais estéreis, que muitas vezes não são utilizados na sua totalidade em um laboratório. Essa perda do material de sobra é uma quebra na cadeia de suprimentos de uma instituição de ensino ou laboratório de diagnóstico. O objetivo geral deste trabalho é identificar como práticas de logística reversa podem influenciar na redução de custos de um laboratório de uma Instituição de Ensino Superior (IES), com o emprego do tratamento por radiação ionizante em materiais plásticos para uso estéril, uma vez que após a abertura da embalagem e o não uso da totalidade das unidades de seu conteúdo, inviabiliza a aplicação destes materiais em bom estado, como as placas de Petri, em testes microbiológicos nos laboratórios.

**Palavras-Chave:** Logística Reversa, Materiais estéreis, Placa de Petri, Radiação, Laboratório de diagnóstico, Instituição de Ensino Superior.

## ABSTRACT

The supply chain in the public or private educational institutions, focused on laboratory diagnosis in the health area should be managed according to standards of quality and relevant to biosafety laws. The cost and the optimization of the use of these materials is an important factor in health centers or diagnostic organizations, taking into account the reverse logistics leftover of packages of sterile supplies for improvement in sustainability. A health organization integrates as subsystem to serve the needs of inputs (consumption materials) and equipment (permanent material). These activities are complex and demand a specific mix of inputs, layered on a supply chain that incorporates sequences of actions defined for the generation of their products or procedures. The Supply Chain encompasses all activities related to the flux and transformation through which the product passes, since the raw materials to the final consumer. With the growing concern about the environment and the competitive nature of the market, the importance of the reverse flow of materials and products, has been taking larger proportions. The management of this reverse path of these materials, when compared to the direct flow of the supply chain, is called reverse logistics. The nosocomial infection affects around the world and is one of the causes of death in hospitalized patients, the sensitivity tests are shown to any microorganism that causes an infectious process requiring antimicrobial therapy. The preparation of the Petri dishes for antibiogram tests involves the use of sterile materials, which are often not fully utilized in a laboratory. This loss of leftover material is a break in the supply of an educational institution or diagnostic laboratory chain. The overall goal of this work is to identify how reverse logistics practices can influence the cost savings of a laboratory of an Institution of Higher Education (IHE), with the use of ionizing radiation treatment on plastic materials for sterile use, since after the package is opened and the no use of all the units of their content, makes it impossible to application of these materials in good condition, as the Petri dishes in microbiological testing in laboratories.

**Keywords:** Reverse Logistics, sterile materials, Petri Dish, Radiation, Laboratory diagnosis, Institution of Higher Education.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE ANEXOS.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Apresentação.....	15
1.2 Formulação Problema.....	17
1.3 Questão Principal de Pesquisa.....	20
1.4 Objetivos da Pesquisa.....	20
1.5 Relevância do Tema e Justificativa.....	21
1.6 Estrutura da Dissertação.....	23
1.6.1 Revisão teórica sobre os principais tópicos do trabalho.....	24
1.7.1 Procedimentos metodológicos.....	24
1.7.2 Resultados e Discussão da pesquisa.....	24
1.7.3 Conclusões da pesquisa.....	25
1.7.4 Proposições para prática profissional e sugestões para futuras pesquisas.....	25
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
2.1 Organizações e Administração.....	26
2.1.1 Modelo de organização de laboratórios.....	28
2.1.2 Infecção Hospitalar (HI) e Teste de Sensibilidade aos Antimicrobianos (TSA): necessidade de materiais estéreis.....	31
2.2 Cadeia de Suprimentos.....	34
2.3 Logística Reversa.....	35
2.4 Logística para Reciclagem de Materiais.....	42
2.5 Insumos na Cadeia de Suprimentos hospitalares e da saúde.....	44
2.6 Esterilização por radiação ionizante (gama) e IPEN.....	46
3 MÉTODO E TÉCNICA DE PESQUISA.....	50
3.1 Gerenciamento de sobras e preparação para a radioesterilização.....	53
3.2 Estratégia de Pesquisa.....	58
3.3 Limitações do Estudo.....	60
4 ANÁLISE E INTREPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	61

5 CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA .....	66
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	69
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATB: Antibiograma

CLSI: *Clinical and Laboratory Standards Institute*

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear

<sup>60</sup>Co: Cobalto sessenta

CRT: Centro de Tecnologia das Radiações

EtO: Óxido de Etileno

IES: Instituição de Ensino Superior

IH: Infecção Hospitalar

IN: Infecção Nosocomial

IPEN: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

OCS: Orientação para a Cadeia de Suprimentos

OSHA: *Occupational Safety and Health Association*

POE: *Point of Entry, Re-Entry or Exit*

POR: *Point of Return*

POS: *Point of Sale*

REEs: Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

SCO: *Supply Chain Orientation*

SCM: *Supply Chain Management*

SCTDEeT: Secretaria de Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento Econômico e Turismo

SES: Secretaria de Estado da Saúde

TSA: Teste de Sensibilidade a Antimicrobianos

USP: Universidade de São Paulo

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Consumo semestral de placas de Petri por curso da IES.....	53
TABELA 2. Número de sobras (por unidade) de material plástico laboratorial tratados por radiação gama de janeiro de 2014 à outubro 2014 .....	61
TABELA 3. Economia estimada das sobras por valores (em reais) cotados por três fornecedores de insumos para laboratório (A, B, C) .....	62

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Principais componentes das organizações.....	27
FIGURA 2. Testes laboratoriais para diagnóstico em ambiente hospitalar.....	28
FIGURA 3. Principais itens para controle de qualidade e um laboratório.....	29
FIGURA 4. Módulos de procedimentos padrões para a rotina laboratorial da ANVISA...	30
FIGURA 5. TSA ou Antibiograma.....	32
FIGURA 6. Pacote estéril contendo 10 unidades placas de Petri.....	33
FIGURA 7. Hierarquia de consumo e procedimento de materiais.....	38
FIGURA 8. Fluxo de materiais na cadeia de suprimentos.....	41
FIGURA 9. Mapa de localização do IPEN .....	48
FIGURA 10. Modelo de gerenciamento de sobras laboratoriais para radioesterilização...	53
FIGURA 11. Caixa de recolhimento de sobras de insumos da área técnica do laboratório.....	54
FIGURA 12. Modelo Uninove de carta de solicitação para tratamento por radiação.....	54
FIGURA 13. Preparação das embalagens primárias e secundárias dos insumos.....	56
FIGURA 14. Representa entrega e retirada do material irradiado.....	56
FIGURA 15. Teste de esterilidade do lote após a irradiação.....	57
FIGURA 16. Placas em inoculação em estufa bacteriológica.....	57
FIGURA 17. Construto das referencias teóricas e questões associadas da pesquisa.....	58
FIGURA 18. Controle das placas de Petri irradiadas após 24h de incubação.....	61
FIGURA 19. Logística reversa de materiais estéreis após o tratamento por radiação.....	66
FIGURA 20. <i>Check list</i> para a preparação de lotes de materiais plásticos.....	66
FIGURA 21. Logística de materiais entre as unidades da IES para irradiação.....	67

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Modelo de carta de solicitação de irradiação.....	79
ANEXO 2. Orçamento de materiais laboratoriais do fornecedor A.....	80
ANEXO 3. Orçamento de materiais laboratoriais do fornecedor B.....	81
ANEXO 4. Orçamento de materiais laboratoriais do fornecedor C.....	82
ANEXO 5. Questionário de Pesquisa Aplicado.....	83

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação

Os primeiros artigos odonto-médico-hospitalares de uso único, ou descartáveis, surgiram em 1948. Até então, materiais médico-hospitalares eram tidos como reutilizáveis. A maior motivação para criar os materiais de uso único (descartáveis) foi estabelecer melhor nível de segurança. A partir de 1960 com o desenvolvimento dos artigos médico-hospitalares plásticos, houve resposta à necessidade de ter em mãos um material de fácil disponibilidade e utilização, o qual não requeria preocupações com tempo médio de vida, manutenção, mau funcionamento, esterilização e outros, visto que estas são questões de responsabilidade dos serviços de saúde. Artigos descartáveis somaram nos EUA, apenas no ano de 1999, um custo total de 56 bilhões de dólares americanos, com a movimentação de cerca de 100.000 itens rotulados como artigos médico-hospitalares de uso único de acordo com a *United States General Accounting Office* (Denser, 2004).

A Cadeia de Suprimentos ou *Supply Chain* compreende todas as atividades ligadas ao fluxo e à transformação pela qual passam os produtos, desde a matéria-prima até o consumidor final, assim como o fluxo de informações a elas associadas (Handfield & Nichols, 1999). O *Supply Chain Management* (Gestão da Cadeia de Suprimentos) segundo Bowersox *et al.* (1996), baseiam-se na crença de que a eficiência ao longo da cadeia pode ser melhorada por meio do compartilhamento de informações e do planejamento conjunto entre seus diversos agentes.

O retorno de produtos e materiais não é um fato novo. A reciclagem, reutilização de peças, e troca de mercadorias são processos realizados já há mais de 15 anos. Com a crescente preocupação com o meio ambiente e diante da competitividade imposta pelo mercado, à importância do fluxo inverso de materiais e produtos vem tomando maiores proporções. Em vez de um fluxo único dos materiais, a ideia de ciclo é cada vez mais empregada pelas grandes companhias (Rodríguez *et al.*, 2012). O gerenciamento desse caminho inverso dos materiais, quando comparado ao fluxo direto da cadeia de suprimentos, é chamado de logística reversa (Stock, 1998 como citado em Rodríguez *et al.*, 2012, p. 643). A logística reversa pode ser tratada como o gerenciamento do fluxo de materiais do seu ponto de consumo até o ponto de origem, que precisa ser gerenciado. Esse fluxo inverso vem crescendo em função das atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens que

tem aumentado consideravelmente nos últimos anos (Vaz, *et al.* 2013). O conhecimento da cadeia de suprimentos e seu correto planejamento pode levar a importantes ganhos para todos os participantes, principalmente no que diz respeito à diminuição de custos logísticos (Daher *et al.*, 2006).

Segundo Infante e Santos (2007) não só os produtos e serviços oferecidos em organizações de saúde são complexos e pressupõem elevada qualificação profissional, mas os insumos utilizados em sua execução são cada vez mais sofisticados e numerosos. Inúmeros trabalhos apontam a economia potencial e os ganhos de qualidade na assistência advindos da racionalização do sistema de abastecimento, destacando a importância de incorporar os conceitos de logística e cadeia de suprimentos para organizar o sistema produtivo do hospital e de laboratórios de diagnóstico de apoio.

As atividades de atenção à saúde são atividades complexas, assentadas sobre uma cadeia produtiva que incorpora sequências de ações definidas para a geração de seus produtos, os chamados “procedimentos”. Cada procedimento demanda um *mix* específico de insumos (bens) e processos de trabalho (serviços), cuja composição pode variar entre diferentes organizações e até segundo os diferentes tipos de pacientes e profissionais de uma mesma organização (Infante & Santos, 2007). Deste modo, o setor de abastecimento de uma organização de saúde, integra-se como subsistema para atender as necessidades de insumos e de equipamentos daqueles que desenvolvem e disponibilizam os produtos, que são os profissionais de saúde.

Como exemplo da importância do laboratório de diagnóstico e de seus serviços prestados aos sistemas de saúde, estão os chamados Testes de Sensibilidade aos Antimicrobianos (TSA) ou antibiogramas, que são indicados para identificar qualquer microrganismo que cause um processo infeccioso e que requeira terapia antibiótica, por exemplo, sempre que sua sensibilidade não possa ser predita de maneira confiável com base na identificação do microrganismo (ANVISA, 2003). Um benefício adicional é a redução dos custos gerais de um hospital com o apoio laboratorial em testes de sensibilidade. Melhores escolhas empíricas significam tempos de recuperação mais curtos, o que reduz o tempo de estadia no hospital. Minimizar o uso de antibióticos inapropriados diminui pressões na instituição, o que contribui para redução no desenvolvimento de resistência microbiana. Todos estes fatores desempenham um importante papel em diminuir os custos dentro do hospital (França & Oliveira, 2009).

Nesse contexto, insere-se o Laboratório de Microbiologia, que tem como objetivo não apenas apontar o agente responsável por um determinado estado infeccioso, mas também

indicar, através do monitoramento de populações microbianas, qual o perfil dos microrganismos que estão interagindo com o organismo humano no ambiente hospitalar, possibilitando a indicação de tratamentos antimicrobianos mais adequados (ANVISA, 2013b).

## **1.2. Formulação do Problema**

Considerando-se que indústrias automobilísticas e hipermercados trabalham com dezenas de milhares de itens, parece mais fácil gerir um sistema de compras e estoques num hospital ou num laboratório do que em muitos outros ramos. Mas os medicamentos, reagentes e materiais médico-hospitalares possuem uma série de peculiaridades que outros insumos não têm: um prazo de validade exíguo, em média de dois anos; a exigência de rastreabilidade, o que obriga a controlar cada lote separadamente e a geri-lo da forma: “primeiro que entra – primeiro que sai”; a necessidade de conversão de unidades, por exemplo, comprimidos, em cartelas, caixas, engradados, paletes; e a obrigação de ter todos os produtos homologados pela ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Essas especificidades tornam complexa a gestão dos materiais nos hospitais e em laboratórios hospitalares, que, por sua vez, são das organizações mais complexas criadas pelo ser humano (Machline, 2007).

Varadinov (2012) reporta que os desastres ambientais ocorridos nas décadas de 80 e seguintes mantiveram-se nas mentes dos acadêmicos, políticos e média e da sociedade em geral e impulsionaram a adoção de medidas para reduzir o impacto negativo da atividade humana, tais como medidas destinadas a diminuir a criação de resíduos, incentivando as atividades de recuperação, reciclagem e reutilização dos produtos, com foco na sustentabilidade. Como sugerem Handfield e Nichols (1999), a gestão da cadeia de suprimentos pressupõe a integração de todas as atividades da cadeia mediante melhoria nos relacionamentos entre seus diversos elos e agentes, buscando construir vantagens competitivas sustentáveis.

Ainda de acordo com a ANVISA (2000, p.29), os materiais clínicos ou amostras de materiais contaminados colhidos de pacientes (sangue, escarro, urina, etc.) devem ser colocados em meio de cultura em uma placa de Petri estéril, para diagnóstico de um patógeno. A placa de Petri descartável é um recipiente cilíndrico, achatado, de plástico (poliestireno) que os profissionais de laboratório utilizam para a cultura de microrganismos e testes de antibiograma. É constituído por duas partes: uma base e uma tampa, onde a base é preenchida com ágar líquido estéril, que se solidifica e onde será semeada com uma amostra de material

coletado do paciente contendo a bactéria causadora da infecção. Também é utilizada para ensaios de avaliação da atividade antifúngica pelo método de difusão em meio sólido utilizando cavidades em placas de Petri estéreis (De Oliveira *et al.*, 2006).

Rotineiramente na aquisição de materiais de laboratório a apresentação comercial de placas de Petri se dá na forma de pacotes estéreis com 10 unidades. Porém, na rotina laboratorial, os pacotes com 10 unidades de placas de Petri estéreis nem sempre são usados na totalidade e, uma vez abertas as embalagens, as placas plásticas de Petri não são mais consideradas úteis para a rotina de testes laboratoriais, considerados sobras ou resíduos.

É de responsabilidade de um gestor de laboratórios e serviços de saúde a execução de um plano de gerenciamento de resíduos, dos chamados resíduos de serviços de saúde (RSS) onde cada tipo de resíduo gerado (contaminante -A, perfurocortante -E, inerte -D, químico -B, radioativo -C, etc.) segue normas de descarte de acordo com a ABNT e RDC n.306 (ANVISA, 2004). Essa perda da esterilidade gera as sobras do material não utilizado e impacta na cadeia de suprimentos da instituição e no plano de gerenciamento de resíduos, devendo ser descartado como resíduo inerte (tipo D).

Para os insumos utilizados nos laboratórios de saúde que não são mais considerados úteis na prática laboratorial, devido à perda de esterilidade, mas em bom estado, o enquadramento para o fluxo desses materiais está no conceito de cadeia de suprimentos reversa, que de acordo com Christopher (2009):

*“Cadeia de Suprimentos Reversa é uma rede de organizações conectadas e interdependentes, trabalhando conjuntamente, em regime de cooperação mútua, para controlar, gerenciar e aperfeiçoar o fluxo reverso de produtos descartados após o uso, embalagens, produtos com defeito e informações dos clientes finais para os produtores de origem”.*

Destes itens, é cada vez maior a demanda de insumos plásticos estéreis para testes diagnósticos laboratoriais, devido às infecções nosocomiais ou infecções hospitalares (IH), que têm sido um sério problema de saúde, afetando 3% a 6% dos pacientes hospitalizados nos Estados Unidos, resultando em aumento no tempo de internação, nos custos hospitalares e uma estimativa de 20.000 óbitos por ano. Representa nesse país a sexta causa de óbitos por ano, de acordo com Carvalho e Marques (1999 como citado em Batista & Júnior, 2012). No Brasil a taxa é de 1,5% a 15% de acordo com a Secretaria de Saúde do Estado (SES) de São

Paulo (Batista & Júnior, 2012). A ocorrência da IH amplia o prejuízo, saindo da esfera institucional para o próprio paciente e para a sociedade como um todo (Da Silva, 2003).

O grande desafio hoje de toda Instituição de Ensino Superior (IES) é não apenas preparar os futuros médicos, farmacêuticos, biomédicos, que atuarão em hospitais de alta complexidade ou laboratórios de diagnósticos, para atuarem apenas sob a ótica da gestão “como prevenir” a resistência microbiana, mas prepará-los em “como diagnosticar” uma bactéria multirresistente para a escolha do melhor tratamento. A resposta é o teste de antibiograma e para isso, o preparo das placas de antibiograma tem como pré-requisito do processo diagnóstico, a utilização de materiais estéreis, para que não ocorra a identificação de um falso agente patogênico, ou seja, uma bactéria do ambiente que já estava contaminando previamente a placa, e não a isolada do corpo do paciente (ANVISA, 2013a).

A problemática de pesquisa diz respeito às sobras de materiais plásticos utilizados no processo de diagnóstico microbiológico, exercido no laboratório de uma IES, que perdem a sua esterilidade uma vez que a embalagem foi violada.

O problema de geração de resíduos plásticos mal aproveitados torna-se mais crítico, considerando o princípio das normas ambientais, devido ao aumento de sobras dos materiais plásticos. Uma IES deve ser atuante na formação profissional, mas também influenciar a conduta de futuros profissionais, sendo um desafio contemplar critérios de qualidade no exercício do trabalho quanto à segurança do trabalho, gerenciamento de compras, redução de custos, mas também focando a sustentabilidade com o gerenciamento de resíduos produzidos.

Neste aspecto, o reprocessamento de materiais descartáveis está inserido na teoria de logística inversa. Segundo Varadinov (2012), a logística inversa é uma linha de investigação que tem recebido atenção especial por parte do mundo acadêmico no estudo da cadeia de abastecimento. Trata-se de um conceito pouco conhecido, ou pelo menos recente, para muitos profissionais e está associado às atividades de manuseamento e gestão do equipamento, produtos, componentes, materiais ou mesmo todos os sistemas técnicos a serem recuperados.

Para Dias (2005, p. 205) a logística inversa, mais conhecida como logística reversa ou logística verde no final da década de 80 já era aplicada como exemplo, vasilhames retornáveis. Sendo definida como sendo o fluxo físico de produtos embalagens ou outros materiais, desde o ponto de consumo até ao local de origem. O que se percebe é uma formalização de um processo que já era feito há alguns anos. Para o presente estudo, vamos considerar a logística reversa o foco conceitual no reaproveitamento de insumos de laboratórios.

Vale ressaltar também que o estudo proposto é justificado pela necessidade de compreender se o conceito de logística reversa pode ser uma forma de implantar melhorias e redução de custos reaproveitamento de materiais plásticos não mais estéreis (uso único), na gestão da cadeia de suprimentos laboratoriais de uma IES, na reintrodução de materiais plásticos estéreis na prestação de serviços e pesquisa. A falta de estudos sobre esse tema específico é a oportunidade encontrada para o estudo aplicado na organização escolhida, a fim de delinear a pesquisa de forma exploratória.

### **1.3. Questão Principal da Pesquisa**

Dada a relevância da logística reversa nas instituições, visando à economia para a redução de custos dentro da cadeia de suprimentos e atender aos objetivos ambientais e sociais, este trabalho procura responder à seguinte questão de pesquisa: Como recuperar sobras de materiais plásticos não mais estéreis, através de um modelo de logística reversa aplicado a um laboratório de uma IES para a redução de custos e contribuir com a sustentabilidade?

### **1.4. Objetivos da Pesquisa**

O objetivo geral deste trabalho é criar um modelo de logística reversa na reinserção de sobras de materiais plásticos não mais estéreis, uma vez observado o desperdício de placas de Petri após a abertura da embalagem estéril e o não uso da totalidade das unidades de seu conteúdo, empregadas em aulas práticas de diversos cursos e em pesquisa de iniciação científica em testes de sensibilidade e outros procedimentos laboratoriais. Como objetivos específicos destacam-se:

- a) Analisar as alternativas de aproveitamento dos materiais plásticos para uso estéril, provenientes de sobra de embalagens abertas (não utilizados e em bom estado de conservação) em laboratórios.
- b) Identificar o método mais eficaz para a logística reversa dos materiais plásticos estéreis.

- c) Analisar a eficiência do reaproveitamento de sobras de materiais estéreis de embalagens abertas (não mais estéreis).
- d) Analisar se o reaproveitamento do material de sobras influi na redução dos custos com materiais descartáveis estéreis do laboratório da IES.

### **1.5. Relevância do Tema e Justificativa**

Os problemas nascidos com os custos crescentes no setor de saúde promovem a adoção de novas formas de controle, visando maior aproveitamento dos recursos e a viabilidade destas instituições. Uma universidade, seja esta pública ou privada, tem como missão a atividade educacional formativa. Entre os pilares da atividade universitária está a área da saúde, que visa preparar profissionais capacitados e cidadãos conscientes e capazes de desenvolver os projetos sociais e seus projetos de vida. Dentro da área de ciências biológicas e ciências médicas, são oferecidos cursos como medicina, odontologia, farmácia, biomedicina, biologia, enfermagem, entre outros pertinentes à área.

A IES oferece infraestrutura, composta por laboratórios, proporcionando aos estudantes um ambiente apto para a prática de rotinas técnicas, inerentes à formação e às práticas profissionais. Os laboratórios de saúde são ambientes complexos e dinâmicos que necessitam adaptar-se rapidamente às necessidades de saúde pública e as pressões sempre crescentes do mercado, isto significa a aquisição de materiais caros e específicos para tais atividades acadêmicas, visando o aperfeiçoamento no diagnóstico e pesquisa (Lacen-SC, n.d.).

É visível o uso de diversos materiais plásticos descartáveis empregados na rotina laboratorial. A constatação do crescente consumo de produtos de plásticos e, por isso, a geração de resíduos pós-consumo desses materiais, faz com que seja dada uma atenção especial para o setor (Silva & Moita, 2011). Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST, 2011), o consumo aparente de artefatos plásticos, atingiu em 2010 a expressiva quantidade de 6.436 mil toneladas. Comparativamente ao ano 2011, o consumo de transformados plásticos cresceu para 6.502 mil toneladas. Coltro *et al* (2008) concluíram que ainda existe falta de informação no mercado brasileiro sobre o tipo de resina da embalagem plástica, bem como sobre o símbolo correto de identificação do material, sendo que ambos os fatores prejudicam a cadeia de reciclagem do plástico. De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI como citado em Silva & Moita, 2011) os tipos de

polímeros mais consumidos, atualmente, são os polietilenos, polipropilenos, poli (cloreto de vinila), poliestirenos, poliésteres e poliuretanos. Grande parte dos plásticos transformados pela indústria é destinada ao setor de embalagens em geral, ou seja, produtos de baixo tempo de ciclo de vida e, portanto, de grande descartabilidade, configurando uma das principais preocupações ambientais da sociedade moderna.

Uma IES está envolvida diretamente na formação de profissionais de diversas áreas do conhecimento e com isso, possui um importante papel na sociedade ao inserir futuros profissionais multiplicadores de tomadas de decisões que podem afetar negativamente ou positivamente a sustentabilidade de um sistema. O gerenciamento dos diversos tipos de resíduos, gerados por um laboratório de uma IES e a preocupação com a sustentabilidade refletem a missão de uma organização que busca, não apenas a redução de custos, mas seu papel como mantenedor de uma sociedade mais saudável.

Culturalmente, há fatores que agregam valor à prática do reprocessamento e reutilização de artigos de uso único ou descartáveis, tais como preservação ambiental e o impacto social. Há necessidade de reconhecer tal possibilidade pela distinção da imensa variedade de artigos de uso único, atualmente disponíveis (Denser, 2004). Existem fundamentalmente quatro práticas relacionadas ao reprocessamento de material de uso único (Dunn, 2002):

- a) Material cuja data de esterilização expirou, porém jamais foi utilizado;
- b) Material que não foi usado apesar de haver sido aberto, por exemplo, em procedimentos suspensos;
- c) Material aberto em campo durante procedimento cirúrgico, porém não utilizado no paciente;
- d) Material previamente utilizado em um paciente, durante procedimento invasivo.

No presente estudo foi observado que as placas de Petri advindas de embalagens abertas (sobras) e não utilizadas se enquadram no item b (não usado após a abertura da embalagem estéril). Essa perda da esterilidade das sobras do material não utilizado é uma perda na cadeia de suprimentos da instituição, uma vez que tem desperdício de material em bom estado e elevação no gasto econômico.

Logo, a reintrodução desses insumos na linha de produção, necessita da busca de uma metodologia de esterilidade eficaz e desta forma reinserir esse material no ciclo de produção, destacando no processo de reaproveitamento de materiais, a preocupação com o meio ambiente na busca de minimizar o descarte de material plástico. Além da vantagem econômica, a reutilização de produtos de uso único também proporciona benefícios em termos

ambientais através da redução da poluição, do menor uso de incineração, de aterros de lixo e locais de entulho, refletindo em ações que interferem desde a produção do produto até o descarte de resíduos (Oliveira *et al.*, 2006).

O objetivo da esterilização é destruir qualquer microrganismo contaminante ou patogênico, incluindo esporos bacterianos (Possari, 2010; Kavanagh, 2011). De acordo com Calvo (2005), os três processos de esterilização industrial aplicados são: vapor d'água (autoclave), óxido de etileno (EtO) e radiação ionizante. O vapor é a forma mais antiga de esterilização, é limitado a materiais resistentes devido à alta temperatura exigida no processo. Apesar da esterilização por EtO ter permanecido por muitos anos, a sua natureza tóxica e a emissão de poluentes ao meio ambiente, fez com que a *Occupational Safety and Health Association* (OSHA) a declarasse uma técnica agressiva adotando uma política rígida em sua aplicação. Desta forma, atualmente, diversas empresas mundiais estão substituindo este processo de esterilização por radioesterilização.

Uma alternativa para a execução da logística reversa das sobras de placas na produção de testes diagnósticos se dá através do método de esterilização por radiação ionizante. A radiação ionizante é um processo de tratamento físico altamente eficiente, econômico e seguro, com grande demanda de aplicação na indústria médica, nos últimos 20 anos (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares [IPEN], 2013).

Ainda de acordo com Oliveira *et al.* (2006) no Brasil, a questão sobre a realidade da prática do reprocessamento de artigos de uso único não está clara. Assim, percebendo-se a escassez de publicações sobre o tema constata-se que a discussão dessa prática é ainda recente, porém já se observa uma tendência ainda que isolada de se buscar uma organização do processo em nível nacional pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que vem ampliando nos grandes centros essa discussão.

Nessa perspectiva, a pesquisa propõe um modelo de logística reversa para a redução de sobras de insumos plásticos laboratoriais de uma IES, considerando as vantagens econômicas e de sustentabilidade.

## **1.6. Estrutura da Dissertação**

Quanto à estrutura, além da introdução apresentada, a dissertação está dividida nos seguintes tópicos:

### **1.6.1. Revisão teórica sobre os principais tópicos do trabalho.**

#### *1.6.1.1 Organizações e Administrações*

Neste item é abordado o desempenho das organizações, modelos de protocolos de gestão e trabalho laboratorial.

#### *1.6.1.2 Cadeia de suprimentos*

Nesta seção a importância e conceitos sobre a Cadeia de Suprimentos são discutidos, sob a ótica na gestão de insumos laboratoriais.

#### *1.6.1.3 Logística reversa*

Definição dos principais conceitos sobre logística reversa e inversa sua importância no reaproveitamento de insumos na cadeia produtiva.

#### *1.6.1.4 Logística para reciclagem de materiais*

Neste item é abordado o conceito sobre logística para reciclagem de materiais e a redistribuição de resíduos recuperados.

#### *1.6.1.5 Insumos da cadeia de suprimentos hospitalares*

Quais os principais materiais usados na cadeia de suprimentos hospitalares, focando o apoio diagnóstico.

#### *1.6.1.6 Esterilização por radiação ionizante (gama) e IPEN*

São apresentados os principais conceitos sobre física de radiações e suas aplicações práticas na esterilização de materiais de uso médico, hospitalar e laboratorial.

### **1.7.1 Procedimentos metodológicos**

Neste item são apresentados quais os métodos e estratégias utilizados na pesquisa (pesquisa-ação, análise documental, pesquisa de campo, entrevistas, etc.) com ênfase para elucidar a questão principal de pesquisa. Também nesta seção são apontadas as limitações da pesquisa quanto ao seu aspecto metodológico.

### **1.7.2 Resultados e Discussão da pesquisa**

Apresentação dos resultados obtidos após a execução do projeto associando com uma discussão baseada na literatura pertinente.

### **1.7.3 Conclusões da pesquisa**

Após a comparação com outros trabalhos, esta seção aborda a relevância dos achados da pesquisa desenvolvida, respondendo aos objetivos gerais e específicos, associados à questão de pesquisa.

### **1.7.4 Proposições para a prática profissional e sugestões para futuras pesquisas.**

Nesta etapa, o estudo é discutido sob a ótica da prática profissional, a fim de que o modelo proposto possa ser replicado por outras instituições de ensino e pesquisa, bem como sugestões para estudos complementares sobre o tema.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo a fundamentação teórica do estudo é apresentada. Trata-se da revisão da literatura realizada ao longo da pesquisa, servindo como suporte conceitual ao tema abordado. O referencial fundamenta-se nos seguintes polos teóricos: Organizações e administração, logística reversa e tratamento por irradiação de materiais de laboratório.

### **2.1. Organizações e Administração**

De acordo com Maximiliano (2004), a sociedade humana é feita de organizações que fornecem os meios para o atendimento de necessidades das pessoas. Serviços de saúde, água e energia, segurança pública, controle de poluição, alimentação, diversão, educação em todos os níveis, praticamente tudo depende de organizações.

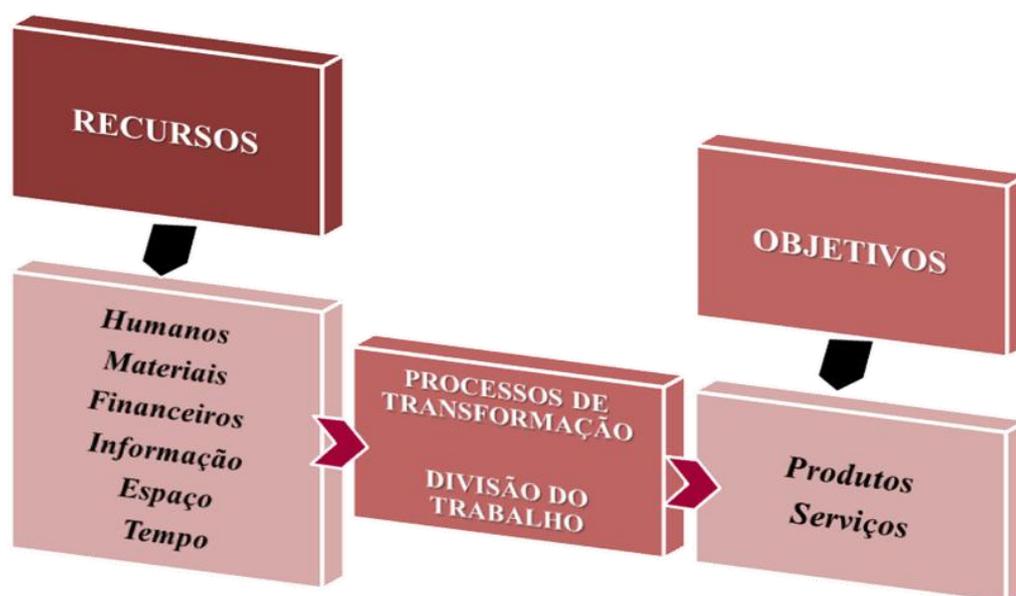
As organizações fornecem os meios de subsistência para muitas pessoas. As organizações são grupos sociais deliberadamente orientados para a realização de objetivos que, de forma geral, se traduzem no fornecimento de produtos e serviços.

O desempenho das organizações é importante para clientes, usuários, funcionários, acionistas, fornecedores e para a comunidade em geral. Para atender todas essas expectativas, as organizações precisam ser bem administradas.

É a administração que faz organizações serem capazes de utilizar corretamente seus recursos e atingir seus objetivos (Maximiliano, 2004, p. 25-26).

Objetivos e recursos são as palavras chaves na definição de administração e também de organização. Uma organização é um sistema de recursos que procura realizar algum tipo de objetivo (ou conjuntos de objetivos).

Além de objetivos e recursos, as organizações têm dois outros componentes importantes: processos de transformação e divisão do trabalho (Figura 1).



**Figura 1.** Principais componentes das organizações.

**Fonte:** Adaptado de Maximiniano (2004, p. 26).

As organizações estão por toda parte. A faculdade é uma delas, assim como a universidade e o centro acadêmico. As pessoas são o principal recurso das organizações. Em essência, as organizações são grupos de pessoas que usam recursos: recursos materiais, como espaço, instalações, máquinas, móveis e equipamentos, e recursos tangíveis, como tempo e conhecimento. Existem organizações de todos os tamanhos, para fornecer todos os tipos de produtos e serviços. Um processo é a estrutura de ação de um sistema, ou seja, é um conjunto ou sequência de atividades interligadas, com começo, meio e fim, que utiliza recursos, como trabalho humano e equipamentos, para fornecer produtos e serviços. Ainda de acordo com Maximiniano (2004), por meios de processos, a organização transforma os recursos para produzir os resultados.

Maximiniano (2004) ainda cita que um exemplo de processo é a produção, que transforma matérias-primas, por meio da aplicação de máquinas e atividades humanas, em produtos e serviços. Produção é uma palavra genérica, que indica todos os tipos de operações de fornecimento de produtos ou serviços. O objetivo básico da função de produção é fornecer o produto ou serviço da organização. No coração de qualquer organização, encontra-se um sistema de operações produtivas, que utiliza e transforma recursos para fornecer bens e serviços aos clientes, usuários ou público alvo. Na prestação de serviços, os próprios clientes

são processados e transformados. Por exemplo: pacientes tratados em hospitais e alunos educados nas escolas.

Assim como as organizações são especializadas em determinados objetivos, as pessoas e grupos que nelas trabalham são especializados em determinadas tarefas. Além disso, vale ressaltar que duas palavras são usadas para indicar que uma organização tem desempenho de acordo com as expectativas dos usuários e das pessoas que mobilizaram os recursos: eficiência e eficácia. A eficiência está associada à ausência de desperdícios; uso econômico de recursos e menor quantidade de recursos para produzir mais resultados. A eficácia é a capacidade de realizar resultados, determina o grau de realização dos objetivos e demonstra a capacidade de resolver problemas (Maximiniano, 2004, p.32). A Figura 2 representa a prestação de serviços laboratoriais em hospital.



**Figura 2.** Testes laboratoriais para diagnóstico em ambiente hospitalar.

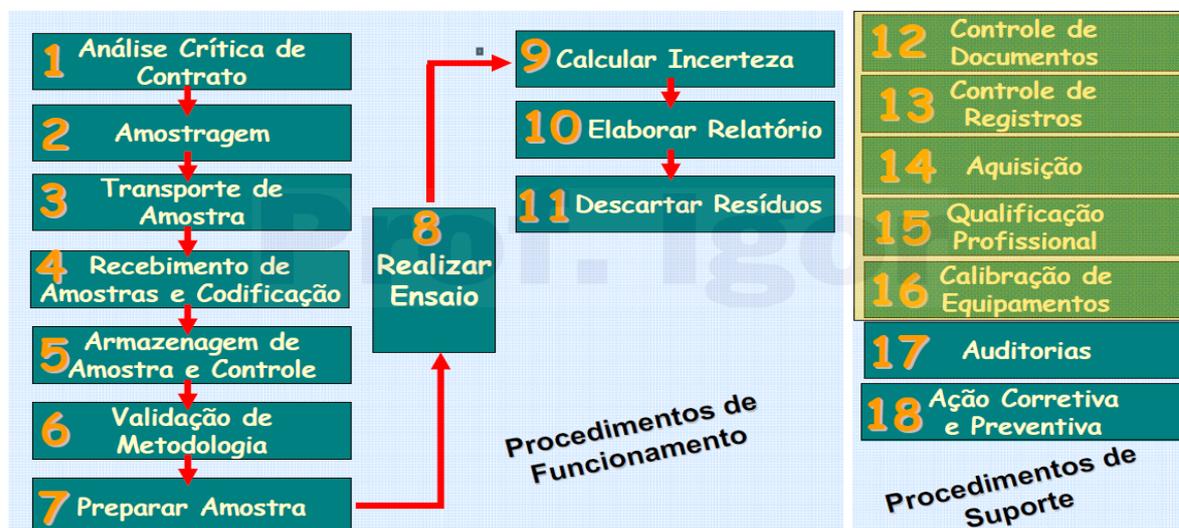
**Fonte:**<http://www.theglobeandmail.com/life/health-and-fitness/health/the-hospital/qa-microbiology/article16068203/>

### *2.1.1 Modelo de organização de laboratórios*

A ANVISA publicou a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 302 em 13 de outubro de 2005, que dispõe sobre Regulamento Técnico para funcionamento de Laboratórios Clínicos e Posto de Coleta Laboratorial. Ainda estabelece a construção, reforma ou adaptação na estrutura física do laboratório clínico e posto de coleta laboratorial deve ser precedida de aprovação do projeto junto à autoridade sanitária local em conformidade com a

RDC/ANVISA n. 50, de 21 de fevereiro de 2002, e RDC/ANVISA n. 189, de 18 de julho de 2003 suas atualizações ou instrumento legal que venha a substituí-las. As Secretarias de Saúde Estaduais, Municipais e do Distrito Federal devem implementar os procedimentos para adoção do Regulamento Técnico estabelecido por esta RDC, podendo adotar normas de caráter suplementar, com a finalidade de adequá-lo às especificidades locais. O descumprimento das determinações deste Regulamento Técnico constitui infração de natureza sanitária sujeitando o infrator a processo e penalidades previstas na Lei nº. 6437, de 20 de agosto de 1977 (ANVISA, 2005b).

Não há um único modelo definido de laboratório, mas todos devem atender às normas de Biossegurança e Controle de Qualidade de normas ISO, ABNT e de acordo com a ANVISA. Segundo Olivares (2008) para implantar um sistema de qualidade no laboratório é necessário “procedimentar” adequadamente todas as atividades do laboratório com base nas orientações do Sistema de Qualidade que foi adotado. Como exemplo da ISO/TEC 17025, Boas Práticas Laboratoriais BPL- OECD (INMETRO) e até mesmo os manuais da ANVISA. De acordo com o autor o gerenciamento de descarte de resíduos é uma das etapas finais de controle de qualidade, conforme consta na Figura 3, no item 11.



**Figura 3.** Principais itens para controle de qualidade de um laboratório

**Fonte:** Olivares (2008)

De acordo com a ANVISA (2013b), o princípio da garantia da qualidade dos procedimentos analíticos baseia-se no uso de meios e condições de cultura variadas o suficiente para permitir o isolamento de patógenos significativos, com a menor interferência possível de contaminantes. Uma prática comum em laboratórios de ensino ou de diagnóstico é

o isolamento de microrganismos em placas de Petri contendo meio de cultura e preparo das placas de antibiograma, que envolve a utilização obrigatória de materiais estéreis, para que não ocorra a identificação de um falso agente patogênico (que já estava na placa, e não no corpo do paciente).

Por outro lado, os laboratórios também devem atender às normas de biossegurança e de gerenciamento de resíduos, para a segurança do pessoal envolvido na manipulação de materiais (pesquisadores, técnicos, estudantes, etc.) que contém microrganismos ou material infectado (sangue, escarro, líquido, fezes, etc.) e descarte correto dos mesmos. Apesar da Biossegurança no Brasil estar formatada legalmente para tratar da minimização dos riscos em relação aos organismos geneticamente modificados, sua abrangência é muito mais ampla, pois envolve os organismos não geneticamente modificados e suas relações com a promoção de saúde no ambiente de trabalho, no meio ambiente e na comunidade (Garcia & Zanettiramos, 2004).

Os procedimentos padrões de uma rotina laboratorial estão descritos em vários módulos publicados pela ANVISA (2013a) da série “Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde” conforme demonstrado na Figura 4.

Módulos	Tema	Referência
I	Biossegurança e manutenção de equipamentos.	Biossegurança e Manutenção de Equipamentos em Laboratório de Microbiologia Clínica. Brasília: Anvisa, 44p.: il.9 volumes.
II	Aborda a qualidade laboratorial	Controle Externo da Qualidade. Brasília: Anvisa, 42p.: il.9 volumes.
III	Principais doenças infecciosas	Principais Síndromes Infecciosas. Brasília: Anvisa, 150.: il.9 volumes.
IV	Fases pré-analítica, analítica e pós-analítica.	Procedimentos Laboratoriais: da Requisição do Exame à Análise Microbiológica e Laudo Final. Brasília: Anvisa, 95.: il.9 volumes.
V	Meios de cultura empregados nos exames microbiológicos.	Tecnologia em Serviços de Saúde: Descrição dos Meios de Cultura Empregados nos Exames Microbiológicos. Brasília: Anvisa, 95p.: il.9 volumes.
VI	Identificação de micobactérias para diagnóstico de tuberculose e hanseníase.	Deteção e Identificação de Micobactérias de Importância Médica. Recuperado em 13 de setembro, 2014 de: <a href="http://www.anvisa.gov.br/servicos/saude/microbiologia/mod_6_2004.pdf">http://www.anvisa.gov.br/servicos/saude/microbiologia/mod_6_2004.pdf</a> .
VII	Diagnóstico das micoses superficiais e sistêmicas.	Deteção e Identificação dos Fungos de Importância Médica. Recuperado em 13 de setembro, 2014 de: <a href="http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/527f3180474574cf82f7d63fbc4c6735/mod_7_2004.pdf?MOD=AJPERES">http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/527f3180474574cf82f7d63fbc4c6735/mod_7_2004.pdf?MOD=AJPERES</a> .

**Figura 4.** Módulos de procedimentos padrões para a rotina laboratorial da ANVISA.

**Fonte:** Adaptado de ANVISA (2013a).

### 2.1.2. Infecção hospitalar (HI) e Teste de Sensibilidade aos Antimicrobianos (TSA): necessidade de materiais estéreis

O índice de infecção hospitalar varia significativamente, pois está diretamente relacionada com o nível de atendimento e complexidade de cada hospital (ANVISA, 2003). O surgimento de bactérias multirresistentes, tem como uma das consequências importante seu efeito direto na infecção hospitalar e, ainda conforme a ANVISA (2005a), aproximadamente 10% dos pacientes infectam-se frequentemente em consequência de procedimentos invasivos ou de terapia imunossupressoras.

Brasil e Garner (1998 como citado em Batista & Júnior, 2012) definem infecção hospitalar como aquela adquirida após a admissão do paciente e que se manifesta durante sua internação ou mesmo após alta, desde que ocorra no período de 72 horas e possa ser relacionada com a internação ou procedimentos hospitalares conforme a Portaria nº 2616 de 13 de maio de 1998 (Batista & Júnior, 2012).

Não é difícil prever o futuro da epidemiologia hospitalar relacionado à prevenção e ao controle da infecção nosocomial (IN). Segundo Kunin (1988 como citado em Asenjo, 1998), ocorrerá um crescimento importante devido ao previsível incremento dos gastos decorrentes dela e, simultaneamente, haverá maior necessidade de controle do gasto e melhora da qualidade hospitalar (Asenjo, 1998).

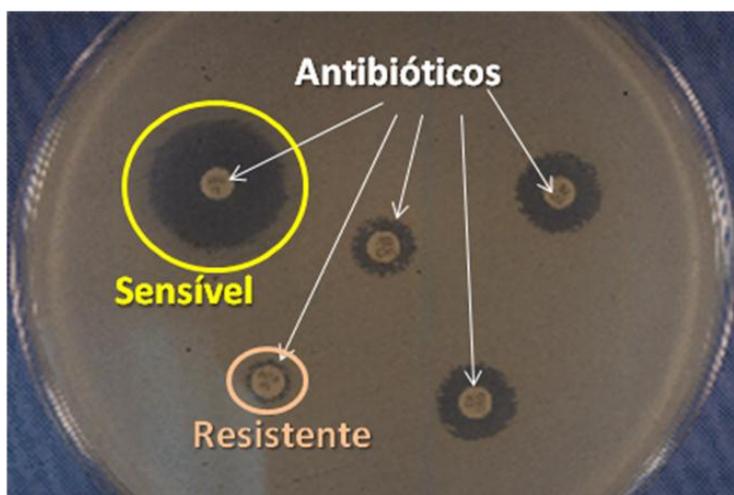
A infecção hospitalar (IH) representa um dos principais problemas da qualidade da assistência médica, um problema econômico devido à importante incidência e letalidade significativa, assim como os custos diretos, além dos custos indiretos, como aqueles representados pela impossibilidade de retorno ao mercado de trabalho e os custos inatingíveis ou difíceis de avaliar economicamente, como os distúrbios provocados pela dor, mal-estar, isolamento, enfim, pelo sofrimento experimentado pelo paciente. A ocorrência da IH amplia o prejuízo, saindo da esfera institucional para o próprio paciente e para a sociedade como um todo (Da Silva, 2003).

Em Assistência à Saúde a redução de custos só tem sentido se a *Qualidade da Assistência* é preservada ou melhorada. Uma das metas a ser atingida é a racionalização do uso de antimicrobianos, a fim de reduzir custos e evitar a resistência microbiana no ambiente hospitalar. Para isso, de acordo com ANVISA (2005a) são necessários:

- ✓ Detecção do uso excessivo de antibióticos (ATB);
- ✓ Busca de solução junto à equipe de controle de infecção hospitalar;

- ✓ Implementação de acompanhamento de prescrição informatizada de ATB;
- ✓ Empenho em redução de custos (administrativo + direção médica);
- ✓ Compromisso para racionalização do uso de antimicrobiano.

O antibiograma ou Teste de Sensibilidade aos Antimicrobianos (TSA), definido pelo *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) como um “resumo acumulativo de dados sobre testes de suscetibilidade antimicrobiana” é o principal método para rastreamento de tendências de resistência e escolha de terapias específicas. Os métodos utilizados para obter os dados e o *design* do antibiograma de uma instituição devem refletir seus propósitos específicos (França & Oliveira, 2009). A Figura 5 apresenta um exemplo de TSA para treinamento de estudantes de uma Instituição de Ensino Superior (IES).



**Figura 5.** TSA ou Antibiograma

**Fonte:** [http://www.projetoockham.org/ferramentas\\_medicos\\_3.html](http://www.projetoockham.org/ferramentas_medicos_3.html)

A esterilização de todo o material usado no laboratório é estabelecida por portarias e normatizações para evitar as possibilidades de contaminação do material a ser analisado e obter diagnósticos confiáveis. O melhor método é aquele compatível com o material a ser esterilizado.

O método adotado em instituições para a esterilização de resíduos contaminados como culturas de bactérias patogênicas (causadoras de doenças) em placas de Petri se dá por método físico (calor úmido) é através de equipamento de autoclave. A autoclave é um aparelho utilizado nos processos de esterilização a vapor e pressão, sendo empregados para materiais destinados a análises, meios de cultura ou materiais contaminados para descarte, deve-se colocar em saco próprio para autoclave, esterilizar a 121 °C (+/- 1) por 30 minutos e descartar

(Salvatori *et al.*, 2013). De acordo com Prado & Santos (2002), as relações de temperatura/tempo/pressão indicadas pelos fabricantes de autoclaves são adequadas no emprego de esterilização de materiais resistentes, como aço cirúrgico e vidrarias, passando a ser um método ineficaz a esterilidade de materiais plásticos.

Os pacotes de placas estéreis nem sempre são usados na totalidade por embalagem (contendo 10 unidades estéreis) e, após abertos, não são mais considerados úteis na prática laboratorial (Figura 6). Essa perda da esterilidade do material de sobra é uma quebra na cadeia de suprimentos da instituição. O valor de mercado de cada pacote contendo 10 placas de Petri, custa entre R\$ 6,00 à R\$ 7,00 ([www.biotech.com.br](http://www.biotech.com.br)). Porém, o método da autoclave é uma técnica não poderia ser empregada no reaproveitamento de sobras de placas não utilizadas, pois nem todos os materiais (como plásticos) podem ser submetidos a estes métodos de esterilização, devido ao derretimento do material pelo calor.



**Figura 6.** Pacote estéril contendo 10 unidades de placas de Petri.

**Fonte:**<http://www.botanicaamazonia.com.br/popular-products/placas-de-Petri-pacote-com-10-unidades-descartavel-esteril.html>.

A necessidade de uma esterilização "a frio" abriu as portas ao uso do EtO e à radiação ionizante. A esterilização com EtO dominou o segmento do mercado de esterilização de produtos médicos descartáveis por muito tempo. Entretanto, sua natureza tóxica e a emissão de poluentes ao meio ambiente fez com que a *Occupational Safety and Health Association* (OSHA) a declarasse uma técnica agressiva adotando uma política rígida em sua aplicação (Calvo, 2005).

Na rotina do laboratório da IES estudada é comum observar a abertura de pacotes de placas de Petri e, caso o profissional use apenas 6 placas, o material restante (4 placas) perde a sua característica estéril e, por se tratar de um material plástico, ele não pode ser reembalado e esterilizado por autoclave. Portanto a radioesterilização é um método compatível com o reaproveitamento de insumos laboratoriais plásticos que perderam sua esterilidade original, pela abertura da embalagem, mas em bom estado.

## 2.2. Cadeia de suprimentos

A Gestão da Cadeia de Suprimentos ou *Supply Chain Management* (SCM) é ainda uma disciplina emergente, em fase de consolidação. Apenas recentemente os construtos mais relevantes foram identificados, sendo o trabalho de Chen e Paulraj (2004) uma referência nesse assunto. O debate sobre SCM é ainda mais desafiador e complexo quando se procura entender seus antecedentes. Mentzer *et al.* (2001) apresentaram o conceito de Orientação para a Cadeia de Suprimentos (OCS) ou *Supply Chain Orientation* (SCO) como um construto multidimensional que antecede a SCM, também este um construto multidimensional. Segundo esses autores, a SCO é o reconhecimento, por parte de uma organização, das vantagens e implicações de gerenciar a cadeia como um todo e dedicar esforços e recursos para essa estratégia comum. As principais dimensões da SCO são: confiança (credibilidade e benevolência), comprometimento, interdependência, compatibilidade organizacional, visão, liderança da cadeia e apoio da alta gerência (Miguel, & Brito, 2010).

A noção básica da Gestão da Cadeia de Suprimentos, segundo Bowersox e Closs (1996), é baseada na crença de que a eficiência ao longo da cadeia pode ser melhorada por meio do compartilhamento de informações e do planejamento conjunto entre seus diversos agentes. Em outras palavras, o canal deve ser visto como uma rede de empresas independentes, que agem em sintonia, de forma a criar valor para o usuário final pela distribuição de produtos. A visão de gestão de estoques é descartada pelos agentes do canal, os quais passam a adotar uma perspectiva de cadeia coordenada ou integrada (*pipeline perspective*). Como sugerem Handfield e Nichols (1999), a gestão da cadeia de suprimentos pressupõe a integração de todas as atividades da cadeia mediante melhoria nos relacionamentos entre seus diversos elos e agentes, buscando construir vantagens competitivas sustentáveis.

O conceito de cadeia de suprimentos surgiu na literatura nos anos 80 (Cooper *et al.*, 1997), ganhou notoriedade nos anos 90 e, na primeira década do século XXI, se consolidou como nova disciplina acadêmica e prática empresarial. Sua origem é frequentemente apresentada como uma evolução do conceito de Logística Empresarial que, por sua vez, evoluiu a partir de diferentes áreas da produção, transportes e movimentação de material, que convergiram para cunhar o conceito de cadeia de suprimentos. Nesta perspectiva, a apresentação do conceito de logística empresarial se faz necessário para a uma melhor compreensão do conceito de cadeia de suprimentos (Georges, 2011).

A busca por modelos de gestão de cadeias de suprimentos baseados em estratégias genéricas desencadeou o surgimento de alguns tipos “especializados” de gestão de cadeias de suprimentos. Segundo Georges (2011), um modelo de gestão de cadeia de suprimentos que são postulados em função da orientação do fluxo dos materiais ao longo da cadeia, diz-se Cadeia de Suprimentos Direta, Reversa e de Ciclo Fechado.

Dentro da visão ampliada da cadeia de suprimentos, uma cadeia produtiva abrange desde o desenvolvimento de um produto (que, nas atividades de atenção à saúde, corresponderia à introdução de um novo processo de trabalho e seus insumos correspondentes), passando pelo fornecedor de insumos, até a efetiva oferta do produto ao mercado consumidor. Dados sobre a participação dos materiais hospitalares (inclusive medicamentos) no orçamento dos hospitais no Reino Unido indicam que ela pode corresponder de 13 a 17% dos custos hospitalares, não diferindo substancialmente das estimativas nacionais, de 15% a 25% (Infante & Santos, 2007).

### **2.3. Logística reversa**

Nos últimos anos, a logística vem apresentando uma evolução constante, sendo hoje um dos elementos-chave na estratégia competitiva das empresas. No início, era confundida com o transporte e a armazenagem de produtos. Hoje, é o ponto nevrálgico da cadeia produtiva integrada, atuando em estreita consonância com o moderno Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (Novaes, 2001 como citado em Gonçalves & Marins, 2006). De fato, o interesse no efetivo e eficaz Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos vem crescendo desde os anos 80, quando as empresas perceberam os benefícios de relacionamentos colaborativos dentro e além dos limites da sua própria organização (Gonçalves & Marins, 2006).

De fato, é bem aceito no setor empresarial que nenhuma companhia pode ser melhor que seu sistema logístico. Isto vem se tornando cada vez mais importante, dada a crescente redução do ciclo de vida dos produtos, da diversidade destes e da concorrência global cada vez mais intensa. Desse modo, Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos hoje representam um grande desafio e uma grande oportunidade para muitas empresas (Chopra & Meindl, 2003, como citado em Gonçalves & Marins, 2006).

Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos são conceitos importantes que representam um paradoxo interessante, pois dizem respeito a uma das mais antigas e, por outro lado, recém-descoberta atividade de negócios (Bowersox & Closs, 2001). É muito difícil visualizar algum produto que chegue ao cliente sem suporte logístico, porém, somente há relativamente pouco tempo, as empresas têm se concentrado na Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos como fontes de vantagens competitivas (Gonçalves & Marins, 2006).

O gerenciamento logístico tem impacto sobre os resultados empresariais, fazendo com que os serviços logísticos oferecidos aos clientes passem a ocupar espaço nas reflexões estratégicas. Mais recentemente, o planejamento estratégico integrado da rede de operações, o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (SCM), tem permitido ampliar esta visão dos fluxos logísticos além da entrega dos produtos ao mercado. A decisão de gerenciar os fluxos reversos amplia ainda mais as oportunidades de acréscimo de valor aos produtos vendidos por meio da logística empresarial (Christopher, 1997). Dornier *et al.* (2000, como citado em Leite, 2010, p. 39) dizem que a definição atual de logística deveria englobar todas as formas de movimentos de produtos e informações, ampliando o escopo de atuação da área, passando a incluir não só fluxos diretos tradicionalmente considerados, mas também os fluxos reversos. Portanto, além dos fluxos diretos tradicionalmente considerados, a logística moderna engloba, entre outros, os fluxos de retorno de peças a serem reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos e devolvidos e de produtos usados e consumidos a serem reciclados (Leite, 2010).

O conceito de logística reversa referia-se aos produtos que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos: devoluções por problemas de garantia, avarias no transporte, excesso de estoques, prazo de validade expirado, entre outros. Tais motivos, geralmente, estavam relacionados a determinados aspectos como a qualidade do produto e do processo de distribuição, que norteavam a busca da satisfação do cliente/consumidor. Entretanto, em decorrência das mudanças ocorridas no cenário ambiental, à procura por empresas ambientalmente responsáveis cresceu, assim como as restrições legais quanto ao

descarte de materiais que pudessem causar danos ao ambiente. É dentro dessa conjuntura de mudanças, principalmente àquelas relacionadas à legislação, que se tem um aumento da atuação e importância da logística reversa. Rogers e Tibben-Lembke (1998, p.2) definem logística reversa como:

*[...] o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matéria-prima, estoques em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar valor ou realizar o descarte adequado.*

A Lei n. 12.305 (2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece, no âmbito dos diversos acordos setoriais, que devem ser construídas as propostas para a implantação da logística reversa, que na legislação é definida como:

“XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Lei n. 12.305, 2010, p.3).”

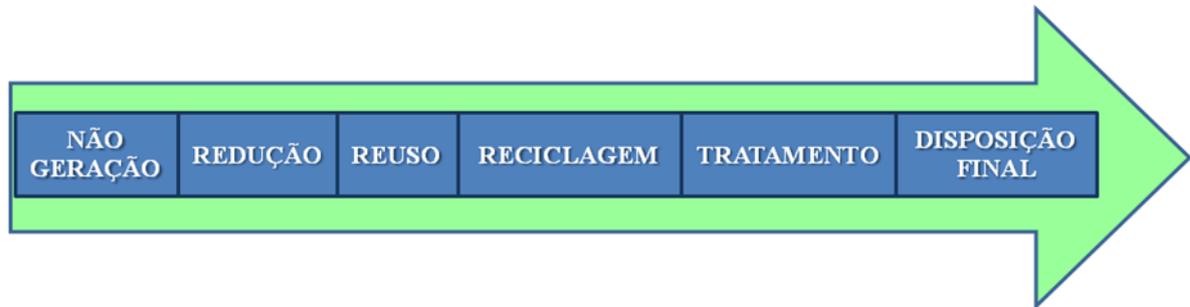
A logística reversa pode, portanto, ser entendida como a área da logística empresarial que visa a equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios por meio de uma multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização (CLM, 1993; Fuller, Allen, 1995; Leite; Britto, 2000; Leite, 2003 citado em Leite, 2010).

Segundo Demajorovic e Migliano (2013) com os conceitos de logística reversa em ciclo aberto (quando o resíduo gerado no ciclo de vida de um produto é reaproveitado em um produto distinto do primeiro) ou fechado (quando o resíduo é reaproveitado no processo do mesmo produto), além de ensejar os “3Rs” fundamentais da logística reversa inseridos num fluxo de processamento de materiais (Figura 7), a saber:

- (a) Reduzir: O consumo de matérias-primas, materiais reciclados, energia ou da própria geração de resíduos, por meio da melhoria ou desenvolvimento de processos.
- (b) Reusar: Prolongar o ciclo de vida de produtos ou componentes, desenvolvendo um mercado de produtos de segunda mão, reparados, renovados ou não, por meio do

reaproveitamento de bens pós-consumo ou de componentes obtidos por processos de canibalização, ou de materiais resultantes de processos de reciclagem.

(c) Reciclar: Reaproveitar materiais e energia sempre que os métodos e processos técnicos, econômicos e ambientais assim permitam, reduzindo o volume de rejeitos que requeiram disposição final adequada.



**Figura 7.** Hierarquia de consumo e processamento de materiais.

**Fonte:** Adaptado de Demajorovic, J., & Migliano, J. E. B. (2013).

Stock (1998, como citado em Andrade *et al.* 2009), em sua concepção do termo, engloba também aspectos ligados à redução e ao reaproveitamento de materiais: “[...] o termo comumente utilizado para se referir ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de matérias, disposição de resíduos, reforma, reparo e remanufatura”.

Para Adlmaier e Sellitto (2007), a logística reversa procura dar destinação ambientalmente amigável a resíduos sólidos gerados por atividades industriais ou domiciliares. Tal destinação inclui reaproveitamento, reciclagem, remanufatura, acondicionamento e descarte adequado de bens. Em síntese, é objetivo da logística reversa recuperar parte do valor original ainda remanescente no bem, se possível, de uma forma ambientalmente correta e socialmente justa (Barker & Zabinsky, 2011).

Ao contrário da logística direta, que parte do ponto de produção, a logística reversa planeja e controla o fluxo de informações logísticas a partir do ponto de retorno (Leite, 2009 como citado em Almeida *et al.*, 2014).

Segundo Souza (2008), a logística reversa trata do fluxo de retorno originado no cliente final e percorrendo sentido inverso da cadeia de suprimentos em direção aos fornecedores originais dos componentes ou da matéria-prima. Portanto, a logística reversa só pode ser considerada como tal, quando executada pela mesma empresa que realizou a logística direta.

Apesar da mudança de status, muito ainda pode ser feito, principalmente em termos do gerenciamento do fluxo de retorno de produtos não consumidos. Esse fluxo reverso cresceu em grandes proporções nas últimas décadas em todo mundo face à redução do ciclo de vida dos produtos em geral. Esse crescimento, em quantidade e em variedade de produtos que são enviados ao mercado, que, muitas vezes, superam as oscilações de tempos de turbulência econômica, tem exigido novas práticas de gestão dos fluxos diretos e reversos e maior capacidade gerencial dos canais de distribuição diretos e reversos. Muitas são as diferenças entre o fluxo de entrega de bens vendidos e o fluxo de bens retornados, mas, apesar disso, poucos são os estudos em canais de distribuição e logística que tratam do canal reverso de produtos não consumidos (Leite, 2010).

A avaliação que se poderia fazer é que, na prática, os mesmos métodos estão sendo aplicados para os dois fluxos, ou ainda, que o fluxo reverso não tem sido considerado pelas empresas. Esse possível tratamento não diferenciado entre os canais de distribuição direto e reverso impede que as empresas desenvolvam as práticas adequadas que produziriam melhoria de seu desempenho econômico e da percepção de valor aos clientes. A falta de conhecimento dos ganhos potenciais, de diversas naturezas, associados aos canais reversos, deve ser o principal impeditivo para que as empresas não estejam sensibilizadas e alterem seus procedimentos (Leite, 2010).

Mais recentemente, autores como Dyckhoff *et al.* (2003), Dekker *et al.* (2004) e Ferguson e Souza (2010) (como citado em Xavier & Corrêa, 2013, p. 18-19) propõem um análise da logística reversa por meio do conceito de *ciclo*, ao invés de se considerarem apenas estruturas logísticas (reversas ou diretas) lineares.

Dyckhoff *et al.* (2003 como citado em Xavier & Corrêa, 2013, p. 18-19) propõem um abordagem simples do ciclo de vida de materiais primários e de pós-consumo com a qual é possível identificar aspectos relevantes da interação entre as fases de produção e consumo. Também permite a proposição de ações de redução ou reciclagem, por meio das quais os resíduos são reinseridos na cadeia produtiva sob forma de matéria-prima secundária. Essa modelagem do ciclo produtivo possibilita ganhos por meio da reinserção das perdas (resíduos) do processo como insumos aproveitáveis.

Neste sentido, os autores apontam que a gestão de resíduos, antes uma disciplina vinculada exclusivamente ao saneamento e à saúde pública, passa a ser gradativamente incluída na gestão de processos, produtos e de negócios. Cada uma dessas esferas, no entanto, com um grau diferente de interesses e colaboração.

No Brasil, a transformação da preocupação com os resíduos pós-consumo em ações concretas é bem mais recente, tendo como marco a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010.

Um dos principais avanços dessa política é o reconhecimento da responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida do produto por meio de acordos setoriais, que deverão ser definidos e firmados em contratos até o ano de 2014.

Além disso, a PNRS institui o mecanismo da logística reversa para o tratamento de bens pós-consumo e a disposição adequada dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEs) resultantes da totalidade da cadeia de suprimentos, que compreende os processos de aquisição de insumos, produção ou importação, comercialização e distribuição.

Por fim, a lei apresenta uma importante inovação que envolve o estímulo à integração das cooperativas de catadores como prestadores de serviços para as atividades de logística reversa implantadas pelas empresas (Demajorovic & Migliano, 2013).

Dyckhoff *et al.* (2003 como citado em Xavier & Corrêa, 2013, p. 18-19) propõem uma visão do fluxo de materiais que se inicia com a exploração dos recursos naturais e continua na manufatura, uso e reuso de produtos e resíduos como matéria-prima primária ou secundária.

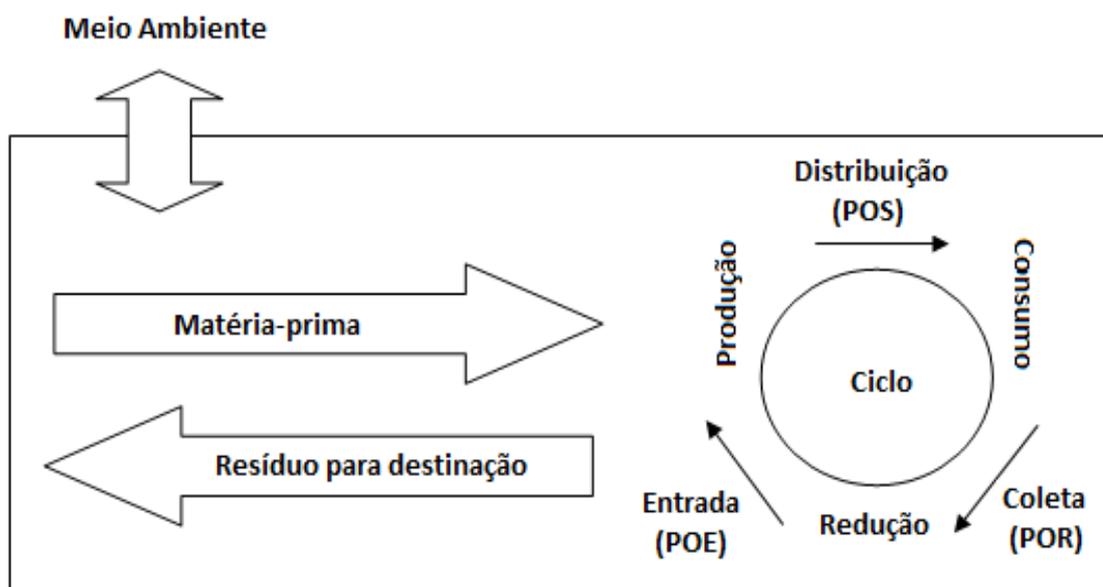
A partir da destinação final, portanto, verifica-se uma redução dos efeitos negativos ao meio ambiente pelo retorno *cíclico* de produtos e resíduos.

Para tanto, os autores definem que a produção, consumo e redução podem ser classificados em três categorias básicas de processos de transformação no processo produtivo:

- POS – ponto de venda (*point of sale*) representa elementos da distribuição dos produtos como o varejo;
- POR – ponto de retorno (*point of return*), coleta ou redistribuição dos produtos considerados resíduos;
- POE – ponto de entrada, reentrada ou saída (*point of entry, re-entry or exit*), ponto de entrada, reentrada ou saída de material primário ou secundário.

Uma das contribuições do modelo proposto por Dyckhoff (2003, como citado em Xavier & Corrêa, 2013, p. 18-19) apresentado na Figura 8, é a relação entre a gestão da distribuição e a gestão da coleta ou retorno.

Na medida em que se gerencia a distribuição já planejando o retorno, a logística reversa torna-se mais eficiente e resulta em redução de custos (por exemplo, pela utilização de fretes de retorno).



**Figura 8.** Fluxo de materiais na cadeia de suprimentos.

**Fonte:** Sistemas de Logística Reversa: Criando cadeias de Suprimento Sustentáveis (Adaptado de Xavier & Corrêa, 2013).

A partir da Segunda Guerra Mundial, ouvir referências à logística tornou-se comum em qualquer discussão empresarial por envolver decisões importantes, pois a gestão de transportes e estoques converteu-se em atividade fundamental que influencia a competitividade e sucesso de qualquer negócio. A partir da década de 1980, novos conceitos, como o da logística verde e o da logística reversa, visando a possibilidades de recuperação de materiais e valor de itens rejeitados, começaram a provocar um crescimento de estudos sobre os fluxos diretos e de retornos, passando a exigir considerações adicionais e mais específicas (Kokkinaki *et al*, 1999; Gungor & Gupta, 1999; Fleischmann *et al.*, 2000 como citado em Demajorovic & Migliano, 2013).

Como apontado anteriormente por Dias (2005, p. 205) a logística inversa, era também conhecida como logística reversa ou logística verde no final da década de 80.

Segundo Souza (2008) a logística reversa está sendo confundida com a reciclagem, com reuso de materiais ou com fluxo reverso de mercadoria, denominada por alguns como “logística verde”. A logística reversa difere da chamada “logística verde”, melhor seria chama-la de “logística ambiental” ou “logística ecológica”, pois esta considera todo o impacto, desde a produção do bem, até o fim de sua vida útil e a correta disposição final deste bem.

Já a logística reversa não é uma “logística ambiental”, mas algo muito mais simples, em princípio muito parecida com a logística tradicional, só que utiliza canais de distribuição que fluem no sentido inverso (Souza, 2008).

#### **2.4. Logística para Reciclagem de Materiais**

Segundo Souza (2008) a cadeia de abastecimento em circuito fechado teria de englobar não só as atividades logísticas tradicionais, abastecimento, produção, distribuição e consumo como, também, as atividades associadas à logística inversa, recolha, inspeção/separação, reprocessamento, deposição e redistribuição de resíduos recuperados. O processo de movimentação destas mercadorias, a princípio descartadas, se dá através de canais de distribuição especiais em que os produtos podem retornar ao ponto onde originariamente foram fabricados ou assumirem outro destino. Este fluxo adicional dos produtos é gerenciado pela “Logística para Reciclagem de Materiais” ou pela “Logística Reversa”. Em diversos trabalhos científicos é comum estes dois tipos de logística serem confundidos.

De fato existem diversos pontos em comum entre os dois. Ambos tratam de materiais que já foram de alguma forma, utilizados ou manipulados. Ambos têm similaridade com a “logística de suprimentos”, na qual as matérias-primas que alimentam um determinado processo produtivo têm diversos pontos de origem e um destino único. Ambos tratam com produtos com valor bem menor do que quando produzidos. A grande diferença está no fato de que a Logística Reversa sempre é de responsabilidade da empresa que fabricou o produto que está sendo recolhido e, na maioria das vezes, isto traz um retorno financeiro negativo ou, se positivo, de menor significância, enquanto que a Logística para Reciclagem de Materiais pode ser realizada por qualquer empresa e sempre é lucrativa (Souza 2008).

Guarnieri *et al.* (2006) analisou as práticas de uma indústria madeireira com relação a seus resíduos e os possíveis retornos econômicos, legais e ecológicos. As principais conclusões que chegou foram que: “os resíduos gerados retornam ao ciclo produtivo obedecendo à legislação ambiental vigente, transformando-se novamente em matéria prima. A revalorização legal dos resíduos de pós-consumo é uma forma de obtenção de competitividade, pois, resolve o problema da destinação dos resíduos, garantindo o seu retorno ao ciclo produtivo e de negócios agregando dessa forma, valor econômico, legal e ecológico aos mesmos”.

Nunca é demais ressaltar que: reciclagem não é logística reversa, aproveitamento de sobras da produção não é logística reversa, coleta de produtos descartados não é logística reversa, transporte de lixo não é logística reversa. Logística reversa é a volta do produto à sua origem, ou para algum outro destino determinado por seu fabricante. Se for possível obter algum retorno financeiro com este produto, melhor (Souza, 2008).

O processo de recuperação de produtos é uma peça fundamental na cadeia de abastecimento tal como, atualmente é definida. A gestão integrada da recuperação de produtos e da cadeia de abastecimento tradicional pode contribuir para a redução dos custos globais e do impacto ambiental conduzindo, assim, a uma gestão mais eficiente e eficaz de todo o sistema. Embora muitas empresas negligenciem a recuperação de produtos, normalmente por não valorizarem a sua importância, este processo pode ajudar a empresa a alcançar uma vantagem competitiva sustentável (Barroso & Machado, 2005).

Em qualquer fluxo inverso, um dos objetivos cruciais é recuperar o maior valor possível dos produtos, deste modo, a missão da logística inversa é, por conseguinte, planejar, implementar e controlar de um modo eficiente e eficaz a recuperação de resíduos preconizando a redução do consumo de materiais, a deposição e a reparação e refabrico de produtos, fechando o circuito da cadeia de abastecimento (Barroso & Machado, 2005).

Logística inversa é uma definição nova e ainda em formação. A logística inversa estuda os fluxos de materiais que vão do utilizador final do processo logístico original (ou de outro ponto anterior, caso o produto não tenha chegado até esse) a um novo ponto de consumo ou reaproveitamento. As diferenças entre logística inversa e direta não se resumem apenas no sentido do fluxo de materiais, ou seja, dos movimentos dos clientes para os fornecedores, mas vão muito além. Caso contrário, pode-se simplesmente dizer que esses são fluxos “normais” que começam no cliente (nesse caso fazendo papel de fornecedor) e terminam no começo de outro fluxo logístico qualquer, num fornecedor que irá aproveitar aqueles insumos (nesse caso, um cliente desse processo) (Freires & Guedes, 2006).

Em qualquer fluxo inverso, um dos objetivos cruciais é recuperar o maior valor possível dos produtos. Para atingir este objetivo, devem ser realizadas, sequencialmente, as seguintes etapas: recolha, inspeção/separação, reprocessamento, deposição e/ou redistribuição. A recolha compreende todas as tarefas que envolvem a recolha propriamente dita dos resíduos e a sua movimentação física para tratamento (aquisição, transporte e armazenagem). A inspeção/separação inclui as operações que dividem o fluxo de resíduos de acordo com as diferentes opções de recuperação e deposição (desmontagem/desmantelamento, prensagem, teste e armazenagem). A transformação de um

resíduo noutro produto, componente ou material novamente utilizável designa-se por reprocessamento. Nesta atividade está incluída a reciclagem, a reparação e o refabrico podendo estar também envolvidas as operações de limpeza, substituição e remontagem. A deposição é a atividade adequada para os resíduos que por razões técnicas ou econômicas não são recuperados (pode incluir transporte, aterro e incineração). Por último, a redistribuição refere-se à colocação no mercado de produtos recuperados podendo incluir atividades de venda, transporte e armazenagem (Barroso & Machado, 2005).

É importante observar que existe uma diferença entre logística inversa e gestão de resíduos, este último refere-se principalmente à coleta e processamento de produtos ou materiais que são descartados. O ponto aqui é a definição de resíduo. Esta é uma questão crucial, posto que o termo resíduo acarrete em consequências legais, como por exemplo, no que diz respeito à regulação de importação/exportação de resíduos. A logística inversa concentra-se nos fluxos onde existe certo valor a ser recuperado dos produtos e materiais e estes podem entrar em uma nova cadeia de suprimentos (Freires & Guedes, 2006).

## **2.5. Insumos na cadeia de suprimentos hospitalares e da saúde**

A tendência no setor público parece ser reduzir todos os problemas de abastecimento dos serviços de saúde à insuficiência de recursos orçamentários. São notórios os desperdícios e a má utilização de insumos e equipamentos, a escassa qualificação dos profissionais da área de abastecimento e a pouca atenção ao planejamento logístico nas organizações públicas de saúde (Infante & Santos, 2007).

Ao contrário da área de saúde, as empresas de vários ramos comerciais buscam estimar as causas de perdas em mercadorias em função de seu estoque e lucro. Um levantamento feito com 79 empresas brasileiras dos setores de atacado, eletrônico, farmácia, material de construção, vestuário e supermercado, mostrou que as principais causas de perdas no varejo são (Angelo, 2010):

- ✓ Quebra operacional, com 30,9%;
- ✓ Furto externo, com 20,4%;
- ✓ Furto interno, com 20,1%;
- ✓ Erros administrativos, somando 14,5%;
- ✓ Fornecedores, com 9%;
- ✓ Outros ajustes contabilizando 5,2%.

De acordo com o autor, apesar da quebra operacional continuar como principal fator de perdas, houve um aumento de furtos (interno e externo) em relação a 2008, passando de 32,9% a 40,5%. A mesma pesquisa revelou ainda que os setores que mais investem seu faturamento líquido em prevenção de perdas são: material de construção (1,55%), farmácia (0,29%) e supermercado (0,15%).

Os serviços oferecidos nas organizações de saúde são de alta complexidade, ou seja, um conjunto de procedimentos que (no contexto do SUS), envolve alta tecnologia e alto custo, objetivando propiciar à população o acesso a serviços qualificados, integrando-os nos demais níveis de atenção à Saúde (atenção básica e de média complexidade). Isso exige elevada qualificação profissional e, conseqüentemente, os insumos utilizados para a execução destas atividades são cada vez mais numerosos e aprimorados (Portal da Saúde, 2013).

Poucos são os estudos que apontam um levantamento sobre o controle das perdas de insumos hospitalares e de laboratórios, dada à natureza da prestação de serviços médicos e diagnóstico. Nos hospitais privados, a torta de lucros, ao contrário da torta de custos, põe em relevo a predominância dos materiais cobrados dos pacientes (Machline, 2007).

As mudanças ocorridas no ambiente e a necessidade de respostas mais rápidas às oportunidades de negócios tem relação direta com a capacidade de coordenação entre as atividades de produção e de distribuição desenvolvidas pelas empresas ao longo dos canais de distribuição. Coordenação pode ser entendida como a habilidade de transmitir informações, estímulos e controles ao longo das etapas sequenciais que integram os conjuntos de atividades necessárias para atender ao mercado (Silva & Alcântara, 2001).

Vecina e Reinhardt (1998) estimaram que o sistema de materiais de um hospital comporte entre 3.000 a 6.000 itens regularmente adquiridos, na dependência do perfil das atividades desenvolvidas pela organização.

Segundo os autores, esses itens incluem os chamados materiais de consumo médico-hospitalares, medicamentos e reagentes para testes diagnósticos, além de materiais especiais, como órteses e próteses, e itens gerais de escritório, limpeza e alimentos.

Atualmente, destes itens, é cada vez maior a demanda de insumos voltados para testes diagnósticos laboratoriais, devido às infecções nosocomiais ou infecções hospitalares, que têm sido um sério problema de saúde, afetando 3% a 6% dos pacientes hospitalizados nos Estados Unidos, resultando em aumento no tempo de internação, nos custos hospitalares e uma estimativa de 20.000 óbitos por ano. Representa nesse país a sexta causa de óbitos por ano, de acordo com Carvalho & Marques (1999 como citado em Batista & Júnior, 2012). No

Brasil a taxa é de 1,5% a 15% de acordo com a Secretaria de Saúde do Estado (SES) de São Paulo (Batista & Júnior, 2012).

## **2.6. Esterilização por radiação ionizante (gama) e IPEN**

Nas últimas décadas foram aplicados três processos de esterilização industrial: por vapor d'água (autoclave), óxido de etileno (EtO) e radiação ionizante. O vapor, a forma mais antiga de esterilização, é limitado a materiais resistentes devido à alta temperatura exigida no processo. A necessidade de uma esterilização "a frio" abriu as portas ao uso do EtO e à radiação ionizante. A esterilização com EtO dominou o segmento do mercado de esterilização de produtos médicos descartáveis por muito tempo. Entretanto, sua natureza tóxica e a emissão de poluentes ao meio ambiente fez com que a *Occupational Safety and Health Association* (OSHA) a declarasse uma técnica agressiva adotando uma política rígida em sua aplicação. Atualmente, diversas empresas mundiais estão substituindo este processo de esterilização por radioesterilização (Calvo, 2005). Cada tipo de radiação ionizante apresenta características próprias, as quais são determinantes na definição das aplicações que delas podem ser feitas nas mais diferentes áreas, como por exemplo, indústrias, agricultura e medicina (Pino & Giovedi, 2013).

As grandes vantagens tecnológicas do processamento por radiação, na esterilização de produtos médicos e farmacêuticos, comparadas com óxido de etileno (EtO) e autoclavagem (vapor d'água) são: processo realizado à temperatura ambiente, provoca um aumento desprezível na temperatura do produto em tratamento, não deixa resíduos, não libera agentes poluentes, os produtos podem ser processados na embalagem final, tem custo competitivo elevado, aplicável em diversos materiais compatíveis com a radiação ionizante e não tomam os produtos radioativos (Cfimielewski, 2004).

A elevada competitividade da radioesterilização decorre ainda das seguintes características do processo: a penetração da radiação assegura esterilização de todo o volume do produto, seja na forma de sólido, líquido ou gel; processo é contínuo e não requer tratamento posterior para a retirada de gás residual; e emprego de embalagem impermeável a gases, assegura esterilização por tempo ilimitado (Rela, 2001; IPEN, 2013).

No caso específico de sistemas biológicos e microrganismos, a ação da radiação ionizante pode agir diretamente na molécula de DNA, ou sobre outro componente vital das células, levando à falência total do organismo, o que ocorre no caso da irradiação de microrganismos patogênicos (Carroll & Bolt, 1963).

No ano 2000 mais de 50% de produção de itens médicos descartáveis foram esterilizados por esse processo. Duas fontes de radiação ionizante podem ser utilizadas neste processo: raios gama de uma fonte de cobalto  $^{60}\text{Co}$  ou feixes de elétrons de aceleradores de alta energia. A energia da radiação ionizante destrói os microrganismos presentes em produtos médicos quebrando suas cadeias moleculares do DNA (efeito direto) ou induzindo a formação de radicais livres letais, provenientes da radiólise ou quebra das moléculas de água dos microrganismos (efeito indireto da radiação) (Aquino, 2011).

A grande quantidade de materiais compatíveis com a radiação por ionização (termoplásticos, borrachas, têxteis, metais, pigmentos, vidros, adesivos e tintas) torna extensa a relação de produtos esterilizáveis comercialmente por este processo: seringas descartáveis, agulhas, cateteres, luvas e kits cirúrgicos, suturas, implantes, proteínas, unidades para hemodiálise, placas de Petri, pinças, reagentes, cosméticos, etc. (IPEN, 2013).

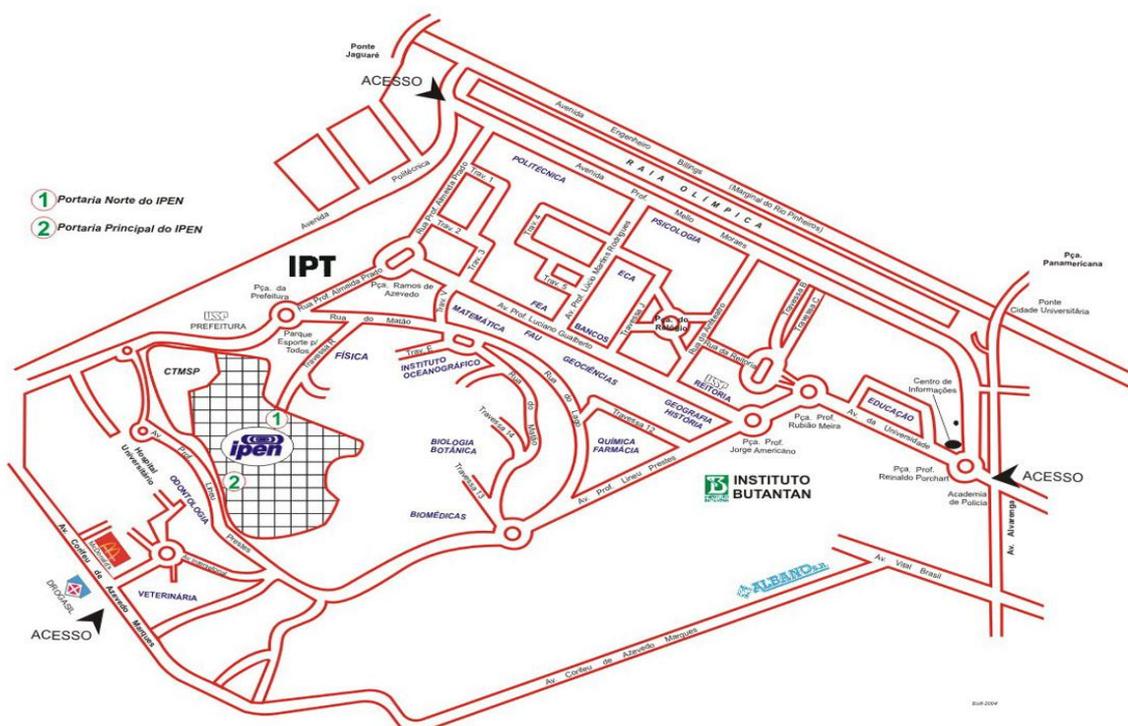
A Dose absorvida ( $D$ ) é uma grandeza dosimétrica fundamental expressa por  $D = d\varepsilon/dm$ , onde  $d\varepsilon$  é a energia média depositada pela *radiação* em um volume elementar de matéria de massa  $dm$ . A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada gray (Gy). A antiga unidade *Radiation Absorbed Dose* ou Dose Absorvida de Radiação, conhecida como rad equivale a  $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$  e  $1000 \text{ Gy} = 1 \text{ kGy}$  (Comissão Nacional de Energia Nuclear [CNEN], 2014; Aquino, 2011).

A esterilização de produtos farmacêuticos, médicos e cirúrgicos, baseiam-se na eliminação de microrganismos nocivos à saúde por meio da energia associada à radiação ionizante. Dentre as vantagens desta técnica destacam-se o fato de não ser necessária a utilização de calor e dos materiais já serem esterilizados embalados, eliminando assim os riscos de contaminação após a realização do procedimento. Inúmeros estudos foram realizados nesta área de modo a fixar as condições ideais para a realização deste tratamento. A dose utilizada neste caso é de 25 kGy, o que garante a presença de apenas 1 microrganismo com capacidade de se reproduzir em cada 1 milhão de peças esterilizadas, ao mesmo tempo em que são mantidas as propriedades dos materiais irradiados. Esta tecnologia é amplamente difundidos e dados mostram que cerca de 60% do material cirúrgico utilizado no mundo é esterilizado por meio de radiação ionizante (Sato *et al*, como citado em Pino & Giovedì, 2013). Em alimentos como chás aromáticos e plantas medicinais, a dose de 20 kGy é suficiente para a completa descontaminação por microrganismos (Aquino, 2011).

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) é uma autarquia estadual vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de São Paulo (SCTDEeT), associada à Universidade de São Paulo (USP) para fins de

ensino e gerida técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). O IPEN caracteriza-se pela multidisciplinaridade das atividades que desenvolve nas áreas de saúde, meio ambiente, radiofarmácia, aplicações de técnicas nucleares, materiais, biotecnologia, reatores nucleares e fontes alternativas de energia. Produtos e serviços de alto valor econômico e estratégico para o País são desenvolvidos por pesquisadores e técnicos do instituto. Programas de ensino e informação científica possibilitam levar esse conhecimento para diferentes segmentos da nossa sociedade. A irradiação possibilita esterilizar tecidos humanos e materiais médicos e cirúrgicos, entre outros, além de preservar alimentos e tratar efluentes industriais. Para atingir seus objetivos, o instituto incentiva parcerias e intercâmbios com instituições e empresas públicas e privadas (IPEN-CNEN, 2013).

O IPEN está localizado no campus da Universidade de São Paulo (São Paulo - SP - Brasil), e pode ser acessado pelas suas duas portarias principais. A Portaria Principal instalada na Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, e a Portaria Norte instalada na Travessa R, 400 - Cidade Universitária (Figura 9).



**Figura 9.** Mapa de localização do IPEN.

**Fonte:** <https://www.ipen.br/sitio/?idm=193>

O Centro de Tecnologia das Radiações, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP), localizado na Universidade de São Paulo (USP) desenvolveu,

com concepção revolucionária e tecnologia inteiramente nacional, um irradiador multipropósito de cobalto-60 tipo compacto. Além de auxiliar a comunidade científica no desenvolvimento de novos produtos e processos, a instalação tem o propósito de contribuir com os tradicionais e potenciais usuários dessa tecnologia, além de treinar e qualificar operadores e supervisores de proteção radiológica no País (Calvo, 2005).

De acordo com Feola (2013) a instalação presente no IPEN, localizado dentro da USP, trata em média 4 metros cúbicos de material por dia. O Irradiador Multipropósito de Cobalto-60 do IPEN recebe este nome, pois atua impedindo a proliferação de microrganismos indesejados em materiais médico-descartáveis, de laboratório, alimentos, assim como, no beneficiamento da cor de pedras preciosas, entre outras aplicações como preservação de bens culturais e livros. Ao redor do Irradiador também são desenvolvidas pesquisas relacionadas à modificação das propriedades físico-químicas de materiais, preservação de alimentos por ação da radiação ionizante, bem como o desenvolvimento de novos dispositivos de irradiação e outros propósitos.

As fontes de  $^{60}\text{Co}$  instaladas no IPEN são de pequeno porte voltadas a ensaios de radioesterilização para determinação da dose ideal e prestação de serviços de esterilização em diversos produtos biológicos para Universidades e unidades do próprio IPEN. Com a instalação do novo irradiador de 100.000 Curies a assistência técnica à iniciativa privada e pública no uso de irradiadores para desenvolvimento de processos de radioesterilização se aplica a (IPEN, 2013):

- ✓ Produtos médicos descartáveis;
- ✓ Próteses;
- ✓ Cosméticos;
- ✓ Aditivos e componentes para indústrias farmacêuticas;
- ✓ Meios de cultura;
- ✓ Soluções e ingredientes para laboratórios de prestação de serviços e pesquisas;
- ✓ Implantação de um banco de tecidos biológicos: ossos, peles e membranas diversas;
- ✓ Alimentos destinados a pacientes de risco.

### 3. MÉTODO E TÉCNICAS DE PESQUISA

O objetivo da metodologia é o aperfeiçoamento dos procedimentos e critérios utilizados na pesquisa (Martins & Teóphilo, 2009 p.37). O procedimento metodológico é o ponto chave de qualquer processo investigativo.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho consiste na Pesquisa-Ação, que é definida como um tipo de investigação participante e que tem como característica peculiar o propósito de ação planejada sobre os problemas detectados. Na Pesquisa-Ação os atores envolvidos “[...] participam, junto com os pesquisadores, para chegarem interativamente a elucidar a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real”. Considerando-se “atores” pessoas que dispõem de capacidade de ação coletiva consciente em um determinado contexto social, organizadas tanto em grupos informais como em grupos formalmente constituídos. A aplicação da Pesquisa-Ação nos estudos das organizações abrange particularmente a área de Administração de Pessoas e fatores relacionados com características culturais e sociais da tecnologia e da inovação técnica. Essa modalidade de pesquisa não se destina a ser aplicada na solução quotidiana de pequenos problemas gerenciais ou administrativos; ao contrário, é destinada a tratar questões complexas, especialmente em situações insatisfatórias ou de crise, que têm características de diagnóstico e de consultoria (Martins & Teóphilo, 2009 p. 72).

Segundo Thiollent (como citado em Martins & Teóphilo, 2009 p. 73), pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A pesquisa-ação tem origem em trabalhos desenvolvidos por Kurt Lewin, na década de 40, nos Estados Unidos, envolvendo disciplinas das ciências sociais. Lewin, a partir de uma abordagem integrada, define um programa de pesquisa capaz de fornecer critérios objetivos e precisos para avaliar cada situação e analisar as ações voltadas para a solução de problemas grupais e intergrupais. Utiliza, como ponto de partida, a pesquisa do tipo experimental. A pesquisa-ação pode ser aplicada em qualquer ambiente de interação social que se caracterize por um problema, no qual estão envolvidos pessoas, tarefas e procedimentos (Engel, 2000).

Thiollent (1997) define a pesquisa-ação como um tipo de investigação social com base empírica, que consiste essencialmente em relacionar pesquisa e ação em um processo no qual

os atores e pesquisadores se envolvem, participando de modo cooperativo na elucidação da realidade em que estão inseridos, não só identificando os problemas coletivos como também buscando e experimentando soluções em situação real. A dimensão ativa do método manifesta-se no planejamento de ações e na avaliação de seus resultados. A pesquisa-ação objetiva, simultaneamente, intervenção, elaboração de conhecimento e seu desenvolvimento. O desenvolvimento do conhecimento é um processo cíclico contínuo no qual a combinação do desenvolvimento, baseada na pesquisa e no pré-entendimento implícito do pesquisador, leva a uma ação, e a reflexão sobre a ação corrobora para o desenvolvimento teórico. A validade da pesquisa-ação decorre de a teoria desenvolvida ser incremental e fundamentar-se na ação. Em termos práticos, a pesquisa-ação abre novos caminhos para a investigação social em diversos setores e, em particular, na área organizacional. Fonte de informação insubstituível, as intervenções nas organizações são oportunidades para os pesquisadores terem acesso a informações e problemas que com frequência não se encontram diretamente nos estudos e pesquisas tradicionais.

Para Susman e Evered (1978, como citado em Thiollent, 1997), a pesquisa-ação é uma maneira de corrigir as deficiências da geração de conhecimento pelas metodologias positivistas, especialmente no que se refere a resolver problemas organizacionais.

Nas organizações, a participação deve ser desenvolvida em um processo contínuo de aprendizagem, por meio de uma abordagem que enfatiza a co-aprendizagem, a participação coletiva e a transformação organizacional. Identificam-se as seguintes fases da pesquisa-ação nas organizações: conscientização do indivíduo ou grupo, aprofundamento na pesquisa dos problemas da organização, proposta coletiva de ação, na busca de soluções ou mudanças, que são também objeto de investigação e avaliação. Entende-se que as sínteses finais e a experiência acumulada formam a base de um possível avanço no conhecimento prático das organizações. Verifica-se assim que a pesquisa-ação é um tipo de abordagem investigativa que não se limita a descrever uma situação e, sim, a gerar acontecimentos que, em certos casos, podem desencadear mudanças no âmbito da coletividade implicada. Reforça este autor que o maior objetivo deste tipo de pesquisa é produzir novas informações, estruturar conhecimentos e delinear ações nas organizações. (Thiollent, 1997).

A investigação quantitativa também foi realizada para o levantamento de custos sobre a recuperação das sobras de materiais (não estéreis), como placas de Petri para serem submetidas ao tratamento pelo processo de irradiação no IPEN. No modelo de investigação quantitativa, o investigador parte do conhecimento teórico existente ou de resultados empíricos anteriores, pelo que a teoria antecede o objeto de investigação; as hipóteses são

derivadas da teoria e são formuladas com a maior independência possível em relação aos casos concretos que se estudam; estas hipóteses são testadas face às novas condições empíricas; os instrumentos de recolha de dados são predefinidos; idealmente, pretende-se construir uma amostra que seja representativa da população; os fenómenos observados são classificados em termos de frequência e distribuição; da análise de dados regressa-se às hipóteses procedendo-se à sua corroboração ou informação; um dos fins últimos consiste na generalização dos resultados para a população (Duarte, 2009).

Neste trabalho também foi realizada a observação participante (do autor) na análise prévia da forma de descarte de sobras de materiais não mais estéreis, além da revisão bibliográfica e pesquisa documental das planilhas de pedidos de compras e consumo para insumos do laboratório da Instituição de Ensino Superior (IES) localizado na cidade de São Paulo.

A IES oferece aos cursos de saúde o apoio de laboratórios, oferecendo serviços médicos, nutrição, fisioterapia, farmacologia, enfermagem e odontológico. Entre as atividades oferecidas dentro da área de saúde, estão o investimento e o incentivo feito à área de pesquisa acadêmica, a instituição em questão conta com 79 grupos de pesquisa formados por professores e alunos pesquisadores. Todos os grupos são certificados pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPq), cuja produção científica vem alcançando grande destaque no meio educacional.

Esses departamentos dependem de suprimentos e materiais para funcionamento, das mais diversas formas e apresentações como equipamentos, descartáveis, reagentes, meios de cultura, materiais de EPIs (equipamentos de proteção individual), etc.

Nestas unidades de ensino, os cursos de Farmácia, Biomedicina, Biologia, Fisioterapia, Enfermagem e Nutrição, possuem na programação aulas práticas de laboratório, proporcionando aos estudantes um ambiente apto para a prática de rotinas técnicas, inerentes à formação e às práticas profissionais.

Os profissionais responsáveis envolvidos no preparo dos procedimentos práticos de ensino atuam diretamente com o gerenciamento dos insumos. Para as aulas de microbiologia, que tem um foco maior no uso de placas de Petri estéreis, para os testes laboratoriais, a estimativa por semestre, é de 31 aulas práticas de microbiologia por unidade de ensino, com base em uma turma de 70 alunos de cada curso, e o consumo total de placas levantado está descrito na Tabela 1:

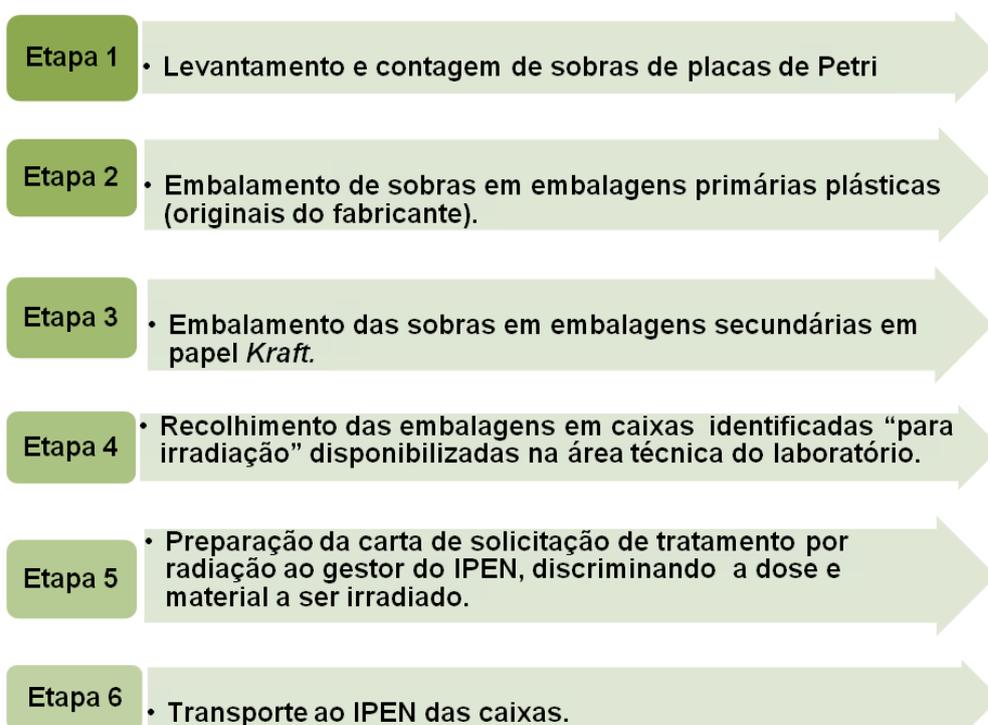
**Tabela 1.** Consumo semestral de placas de Petri estéreis por curso da IES/ semestre.

Curso	Nº de aulas práticas	Total de placas de Petri utilizadas
Farmácia	8	205
Biomedicina	7	275
Biologia	4	50
Nutrição	4	95
Fisioterapia	4	80
Enfermagem	4	80
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>785</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nas aulas práticas do 1º semestre de 2013.

### 3.1. Gerenciamento de sobras e preparação para a radioesterilização

Foi estabelecido um modelo de gerenciamento das sobras de placas de Petri (sem uso) advindas de preparações de aulas ou testes microbiológicos para projetos de iniciação científica (Figura 10).



**Figura 10.** Modelo de gerenciamento de sobras laboratoriais para radioesterilização

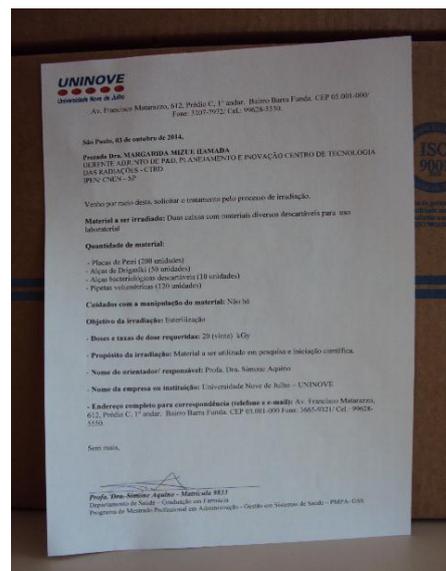
**Fonte:** Elaborada pela autora.

O modelo proposto (Figura 10) foi implantado na unidade laboratorial e após um mês, um foi observado que outros tipos de sobras de insumos plásticos foram depositados para encaminhamento ao IPEN, por iniciativa própria dos técnicos do laboratório. Após o preenchimento, o material era contado e a caixa lacrada e encaminhada ao IPEN, juntamente com a solicitação de pedido de irradiação (Anexo 1), documento este, protocolado no ato da entrega (Figuras 11 e 12).



**Figura 11.** Caixa de recolhimento de sobras de insumo da área técnica do laboratório.

**Fonte:** Elaborada pela autora



**Figura 12.** Modelo Uninove de carta de solicitação para tratamento por radiação.

**Fonte:** Elaborada pela autora

Outro fator que contribui para a qualidade da esterilização é o tipo de embalagem ou invólucro utilizado. Estudos descrevem que no processo de esterilização o objetivo das embalagens é manter a esterilidade do produto no que se refere ao uso pretendido, à vida útil e às condições de transporte e armazenagem, até sua utilização (Ascari, 2012, Kavanagh, 2011).

Considera-se embalagem ideal, é aquela que protege o artigo estéril durante o transporte e manuseio, possibilita identificação, e permite que o agente esterilizante entre em contato com o artigo, além de manter esterilidade até o momento de uso de tornar possível a técnica asséptica (Possari, 2010).

Contudo, o prazo de validade para qualquer processo de esterilização depende de vários fatores, entre eles, das condições de embalagem, armazenamento, manuseio e transporte (Ascari, 2012, Kavanagh, 2011).

Um sistema de barreira estéril é constituído por duas embalagens: a primária e a secundária. As embalagens secundárias são utilizadas de acordo com as características do artigo – artigos pesados, perfurocortantes ou com grandes dimensões, por exemplo. Enquanto que artigos leves, não cortantes e pequenos requerem apenas a utilização de uma embalagem.

Os tipos de embalagens são: tecido de algodão, papel grau cirúrgico (PGC), papel crepado, papel *Kraft* (papel fabricado a partir de uma mistura de fibras de celulose curtas e longas, provenientes de polpas de madeiras macias), filmes transparentes (polietileno, polipropileno e poliestireno), lâminas de alumínio e caixas metálicas, sistema de contêineres rígido, vidros não refratários, não tecidos como Tyvek, SMS (Possari, 2010, Ascari, 2013).

Além dos invólucros, o acondicionamento pós-esterilização é importante para garantir a esterilidade do produto para o destino final (Ascari, 2012, Kavanagh, 2011).

As embalagens originais das placas de Petri (abertas para uso) não eram descartadas, e sim aproveitadas para reembalar em grupos de 3 unidades ou individualmente como embalagem primária e envolvida papel tipo *Kraft* como embalagem secundária.

Vale ressaltar que as embalagens primárias eram apenas vedadas em seu ponto de ruptura, a fim de reduzir ou minimizar o uso de novos invólucros plásticos. Sobras de papel alumínio também foram aproveitadas para esta finalidade (Figura 13).



**Figura 13.** Preparação das embalagens primárias e secundárias dos insumos.

**Fonte:** Elaborada pela autora

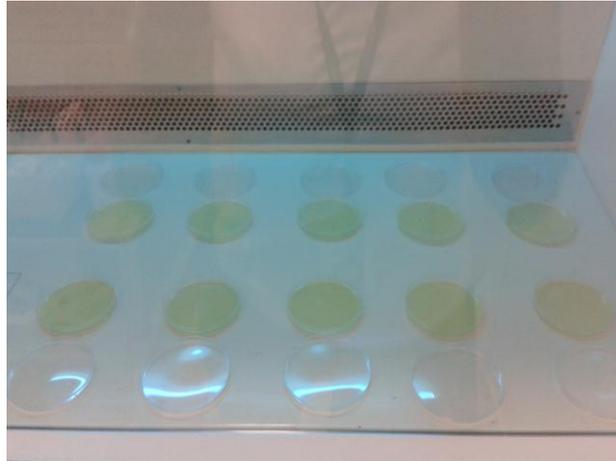
As caixas eram lacradas e enviadas ao IPEN após o preenchimento de seu volume. O encaminhamento das caixas ao IPEN foi efetuado em veículo do próprio pesquisador, em período quinzenal (Figura 14). O prazo entre a entrega do material no IPEN e retirada do mesmo ocorria dentro de 4 a 5 dias.



**Figura 14.** Representa a entrega e retirada do material irradiado. Acima estão no sentido horário Paulo de Souza Santos, Dr. Pablo Antonio Vásquez Salvador e a autora. Abaixo a entrada do CTR e material após a irradiação com selo de controle de processo.

**Fonte:** Elaborada pela autora

Após o retorno das caixas uma amostra de 10 placas irradiadas era submetida ao teste de esterilidade antes da reinserção na rotina de ensino e/ou pesquisa. Para isso, as placas foram dispostas em fluxo laminar (ambiente estéril) e preenchidas com meio de cultura (ágar nutriente ou bacteriológico) e incubadas a 37 °C por 24 horas. Após 24 horas, caso o crescimento de culturas seja negativo, o lote é liberado para uso laboratorial (Figura 15 e 16).



**Figura 15.** Teste de esterilidade do lote após a irradiação.

**Fonte:** Elaborada pela autora



**Figura 16.** Placas em inoculação em estufa bacteriológica.

**Fonte:** Elaborada pela autora

### 3.2 Estratégias de Pesquisa

Ainda para o presente estudo, foi elaborado um questionário semi-estruturado aplicado ao gestor do serviço de prestação de irradiação do IPEN, Dr. Pablo A. V. Salvador, a fim de conhecer com detalhes a prestação de serviço, custos do serviço e quais outros clientes potenciais que poderiam utilizar o benefício da esterilização por irradiação, no estado de São Paulo, para fins didáticos, médicos e de pesquisa, com a divulgação deste serviço. A Figura 17 representa os construtos dos referenciais teóricos e questões associadas de pesquisa:

CONSTRUTOS	AUTOR (ES) e ANO DE PUBLICAÇÃO	PASSAGEM DO TEXTO (citação direta ou indireta)	QUESTÃO DE PESQUISA ASSOCIADA
Processo de irradiação	CBE. Irradiação por raios gama: alternativa eficiente para esterilização e redução de carga microbiana. Controle de Contaminação, 162, p. 38, outubro (2012). Recuperado em 26 Junho, 2014, de <a href="http://www.cbesa.com.br/files/Revista_Controlde_Contaminacao_162.pdf">http://www.cbesa.com.br/files/Revista_Controlde_Contaminacao_162.pdf</a> .	A esterilização e a descontaminação por energia ionizante através de raios gama é um método que consiste na exposição dos produtos à ação de ondas eletromagnéticas curtas, geradas a partir de fontes de Cobalto 60 em um ambiente especialmente preparado para esse procedimento. Como as ondas eletromagnéticas possuem grande poder de penetração, os organismos podem ser alcançados onde quer que estejam, tanto em embalagens lacradas como em produtos acondicionados das mais variadas maneiras, o que garante a total eficácia do processo.	O processo de tratamento por radiação gama é eficaz na esterilização de materiais de laboratório?
Processo de irradiação	Esterilização de soros e vacinas por radiação gama de cobalto. Guidolin, R., Corrêa A., Cicarelli, R..M.B., Previde E., Morais, J.F., Higashi, H.G. Rev. Saúde Pública vol.22 no.2 São Paulo Apr. 1988.	A energia radiante para esterilizações vem sendo aplicada com sucesso nestes últimos anos. A radiação gama, devido ao seu elevado poder de penetração, esteriliza os produtos após o envasamento e, inclusive, após ter sido acondicionado em embalagens habituais.	A técnica é acessível podendo ser aplicada em embalagens comuns ou necessita de material especial?
Esterilização de materiais plásticos	Boas Práticas (2013). Irradiação por raios gama é alternativa eficiente para esterilização. Recuperado em 26 de março, 2014 de <a href="http://boaspraticasnet.com.br/?p=5897">http://boaspraticasnet.com.br/?p=5897</a>	Método é usado em processos de esterilização de produtos para a saúde e na descontaminação ou redução de carga microbiana nos segmentos de alimentação, embalagens, fármacos e cosméticos. Produtos e acessórios para laboratórios: Coletor universal, placa de Petri, tubo para coleta,	Materiais plásticos como placas de Petri podem ser irradiados?

		tubo para sorologia, alça calibrada, swab.	
Esterilização de materiais plásticos e consumo imediato	Boas Práticas. (2013). Irradiação por raios gama é alternativa eficiente para esterilização. Recuperado em 27 junho, 2014, de <a href="http://boaspraticasnet.com.br/?p=2573">http://boaspraticasnet.com.br/?p=2573</a> .	Livre de resíduos, o tratamento permite que o produto seja utilizado ou consumido imediatamente após a aplicação. É economicamente viável para todos os tipos de materiais e não altera a temperatura dos itens tratados.	O procedimento exige tratamento adicional após o processo, como quarentena do produto e pode ser inviável pelo tipo de material plástico?
Método de reaproveitamento na prestação de serviço	Maximiniano, A.C.A (2004). Introdução à Administração. Sexta edição. Atlas, São Paulo. p. 32.	Quando as organizações resolvem problemas e são eficientes no uso de recursos, todos ficam satisfeitos.	A busca por métodos de reaproveitamento de materiais na prestação de serviços é um objetivo de um gestor de uma IES?
Eficiência na redução do desperdício	Maximiniano, A.C.A (2004). Introdução à Administração. Sexta edição. Atlas, São Paulo. p. 25-32.	A eficiência indica que uma organização utiliza produtivamente ou de maneira econômica, seus recursos. Quanto mais alto o grau de produtividade ou economia na utilização dos recursos, mais eficiente a organização é. Isso significa usar menor quantidade de recursos para produzir mais.	A busca na economia de recursos de uma IES atende os requisitos de eficiência em uma organização?
Cadeia de suprimentos	Handfield & Nichols, 1999.	A Cadeia de Suprimentos ou <i>Supply Chain</i> compreende todas as atividades ligadas ao fluxo e à transformação pela qual passam os produtos, desde a matéria-prima até o consumidor final, assim como o fluxo de informações a elas associadas.	A eficiência de um processo está relacionada à cadeia de suprimentos de uma organização?
Logística reversa	Andrade <i>et al.</i> (2009).	Logística reversa é um termo comumente utilizado para se referir ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de matérias, disposição de resíduos, reforma, reparo e remanufatura.	O reprocessamento de placas de Petri por tratamento pela irradiação está atrelado ao conceito de logística reversa?
Otimização de recursos	Barroso & Machado, 2005.	O processo de recuperação de produtos é uma peça fundamental na cadeia de abastecimento tal como, atualmente é definida. A gestão integrada da recuperação de produtos e da cadeia de abastecimento tradicional pode contribuir para a redução dos custos globais e do impacto ambiental	O reprocessamento de placas de Petri está ligado ao conceito de cadeia de suprimentos e sustentabilidade?

		<p>conduzindo, assim, a uma gestão mais eficiente e eficaz de todo o sistema. Embora muitas empresas negligenciem a recuperação de produtos, normalmente por não valorizarem a sua importância, este processo pode ajudar a empresa a alcançar uma vantagem competitiva sustentável.</p>	
--	--	--	--

**Figura 17.** Construtos dos referenciais teóricos e questões associadas da pesquisa.

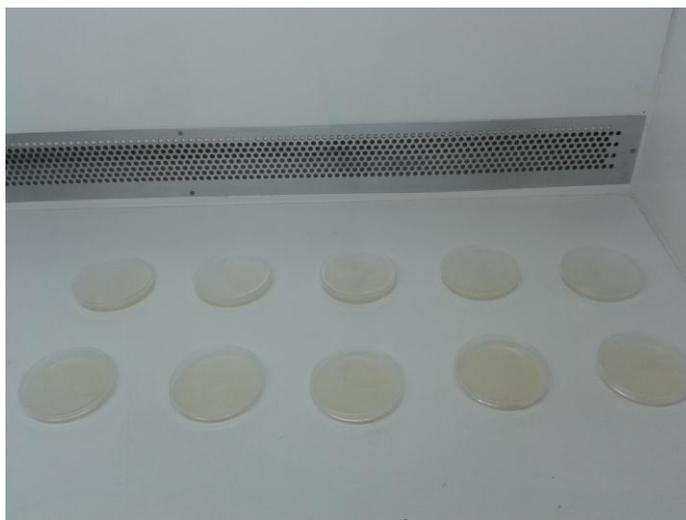
**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 3.3. Limitações do Estudo

Este estudo pretendeu responder a questão de pesquisa relacionada à logística reversa, tendo em vista um modelo de reaproveitamento de materiais plásticos estéreis, utilizando o tratamento por radiação gama. Essa condição se relaciona com a cadeia de suprimentos característica da instituição estudada, refletindo na economia e minimização de sobras de materiais descartáveis e na redução dos gastos na aquisição dos mesmos. Outra limitação se dá em relação às publicações, referentes ao tema, ou seja, o reaproveitamento de insumos de uso único por radiação gama, no Brasil e no mundo. O que existe é o uso da esterilização por radiação gama de insumos hospitalares logo após a fabricação. Além disso, a pesquisa não pretende generalizar suas conclusões para outras instituições de diferentes portes. Assim, espera-se que os resultados obtidos, possam contribuir, mesmo que pontualmente, para o desenvolvimento do conhecimento científico na gestão dos sistemas de saúde e o reprocessamento de insumos laboratoriais descartáveis, pelo processo de irradiação. Além disso, as lacunas aqui apontadas surgem como potenciais campos de estudo de trabalhos futuros que envolvam os temas: logística reversa, gerenciamento de resíduos de saúde, sobras de insumos plásticos de laboratório e tratamento por radiação gama.

#### 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As dose para a finalidade de esterilização escolhida foi de 20 kGy. Em nenhum dos lotes analisados houve crescimento bacteriano garantindo o efeito de esterilização pelo método físico (Figura 18).



**Figura 18.** Controle das placas de Petri irradiadas após 24h de incubação.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Durante o primeiro e segundo semestre de 2014 foi observado que 1614 itens que seriam considerados descartes, foram reinsertados na rotina laboratorial da IES, após o tratamento por radiação gama. O número de unidades por tipo de item está demonstrado na Tabela 2:

**Tabela 2.** Número de sobras (por unidade) de material plástico laboratorial tratados por radiação gama de janeiro de 2014 a outubro de 2014.

<b>Item</b>	<b>Unidades</b>
<b>Placas de Petri</b>	835
<b>Alças bacteriológicas</b>	260
<b>Alças de Drigalski</b>	123
<b>Pipetas graduadas</b>	340
<b>Ponteiras de 200 µL</b>	56
<b>Total de itens</b>	<b>1614</b>

Foi solicitado no mês de outubro um orçamento dos itens irradiados para três empresas fornecedoras de insumos para laboratórios, a fim de estimar o custo atualizado, caso fosse necessário comprar os itens recuperados para a rotina de preparação de aulas práticas e pesquisa. A economia gerada pela recuperação do material de sobra equivale a R\$ 449,49 até R\$ 615,11 (Tabela 3).

Esse valor poderia ser aplicado na aquisição de outros insumos essenciais para a rotina laboratorial, como por exemplo, na aquisição de meios de cultura ou kits reagentes para demonstração em aulas práticas de diagnóstico microbiológico.

**Tabela 3.** Economia estimada das sobras por valores (em reais) cotados por três fornecedores de insumos para laboratório (A, B e C).

Item	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
<b>Placas de Petri</b>	325,65	308,95	250,50
<b>Alças bacteriológicas</b>	33,80	33,80	31,20
<b>Alças de Drigalski</b>	66,42	Não fornece	24,60
<b>Pipetas graduadas</b>	187,00	173,40	142,80
<b>Ponteiras de 200 µL</b>	2,24	0,44	0,39
<b>Total de itens</b>	<b>615,11</b>	<b>516,59</b>	<b>449,49</b>

Quanto ao questionário, foram obtidas as seguintes respostas sobre o processo de tratamento por radiação gama:

**1. Há quanto tempo o Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do IPEN presta serviços de tratamento por radiação?**

Resposta: Para a FAPESP opera desde 2002, mas fins industriais e comerciais opera desde 2004. O CTR tem um radiador de pequena escala (Gammacell) desde os anos 90, mas apenas para a finalidade de pesquisa e ensino.

**2. Quem financiou a planta do irradiador?**

Resposta: Estado de São Paulo e FAPESP.

### **3. Qual o seu papel como gestor do CTR?**

Resposta: Hoje o papel do gestor é atuar como coordenador técnico e administrativo. O gestor de uma planta de irradiação tem como função programar a irradiação de acordo com cronogramas estabelecidos, estabelecer linhas de pesquisa com o emprego do irradiador, ser responsável pela operação do sistema e controle de dosimetria dos funcionários na operação, além de outros quesitos administrativos. Para isso, como requisito no perfil do gestor de uma planta de irradiação no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares deve ser concursado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI) e o atual gestor (Dr. Pablo Vásquez) tem formação em engenharia química.

### **4. Para quais finalidades o tratamento por radiação é utilizado?**

Em geral temos prestado serviços para a indústria e comércio de materiais médicos descartáveis (polietileno), celulose, preservação de acervos de livros, pedras preciosas, irradiação de especiarias e chás (alimentos), etc. Um novo emprego do processo de irradiação é na produção de hidroxiapatita (para produção de prótese dentária) o que traduz no produto comercial a inovação tecnológica.

### **5. Quais os principais clientes que utilizam essa tecnologia?**

Resposta: Radiofarmácia do IPEN é o principal cliente pelo fato do governo possuir o monopólio na produção de radiofármacos. De 70 a 80% do tempo de funcionamento do irradiador (em média 4 dias de operação) são dedicados à produção da radiofarmácia do IPEN. Também temos como clientes Laboratório pesquisa como Adolfo Lutz, Butantã, Instituto de Ciências Biomédicas da USP e outros como a faculdade de odontologia, medicina de universidades como UNESP e UNICAMP.

### **6. Qual o número de clientes atualmente?**

Resposta: De 80 a 120 clientes fixos sendo Institutos de pesquisa na ordem de 80% e empresas da iniciativa privada correspondendo a 20%.

### **7. Quais os procedimentos para que uma instituição solicite o tratamento por radiação gama?**

Resposta: Identificação, padronização, segunda embalagem primária e secundária, carta

de solicitação como documento externo e interno.

#### **8. Quais os tipos de materiais compatíveis com essa tecnologia?**

Resposta: Depende da finalidade e dose, desde materiais como imunobiológicos para uso médico, como pele para banco de pele até insumos laboratoriais. Ultimamente estamos fazendo o beneficiamento de pedras preciosas. Policarbonato de Cálcio está sendo irradiado para fabricação de pastas de dente (é o material que dá a sensação de atrito para a pasta).

#### **9. Quais os tipos de materiais não recomendados?**

Resposta: Compostos com alto teor de água, porque a interação da água com a radiação ionizante gera o efeito da radiólise, formando os chamados radicais livres. Alguns tecidos não são compatíveis com a técnica, além de cerâmica (escurece). Materiais como cerâmica e vidro também escurecem (vidro a partir da dose de 8 kGy).

#### **10. Quais os custos do tratamento por irradiação?**

Resposta: Instituições de pesquisa, cuja finalidade é o ensino são isentas de cobranças de taxas pelo serviço. Salvo exceções quando a finalidade requer outras aplicações que não as citadas (ensino e pesquisa). Da iniciativa privada é cobrado o tratamento por metro cúbico, independente da quantidade de material preenchido neste espaço, se passar o espaço em metro cúbico seria 2 vezes por  $m^3$ . O valor do tratamento pelo processo de radiação é de R\$ 200 reais/  $m^3$ . O SAC do IPEN envia o boleto de cobrança para a empresa.

#### **11. Quais os benefícios de Instituições de Ensino e Pesquisa ao solicitar a prestação de serviço ao CTR?**

Resposta: O principal é que não é cobrado o tratamento por radiação ionizante, desde que a finalidade do uso do material tenha como foco a pesquisa e ensino (sem fins comerciais).

#### **12. É necessário algum cuidado especial, como quarentena, após a irradiação do material?**

Resposta: Não, nenhum. Porque a emissão de radiação gama pelo cobalto 60 não possui

energia suficiente para tornar o produto radioativo. A exposição do material a ser irradiado é segura, pois a fonte de cobalto é selada (blindada), sendo emitida apenas a energia eletromagnética gama.

### **13. Como você projeta o emprego desta tecnologia nos próximos dez anos?**

Resposta: A tendência atual é de que haja um aumento no uso de grandes máquinas elétricas de irradiação, como os aceleradores de elétrons. Mesmo para o IPEN, o custo do sistema de fonte Cobalto 60 é muito caro e gira em torno de 500 mil reais, mesmo sendo o atual fornecedor de cobalto 60 a Argentina (não mais a empresa Nordion Inc. do Canadá).

Vale ressaltar que a prestação do serviço de irradiação pelo IPEN, para uso em pesquisa e ensino, não são cobrados, mas sim aqueles materiais destinados ao comércio, indústria ou outras finalidades distintas a estas. Por isso, o presente estudo foi executado sem qualquer ônus para a IES no tratamento dos insumos, uma vez que a finalidade e uso do material irradiado foram para as práticas de ensino.

## 5. CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA

O estudo proposto pretende introduzir o conceito de logística reversa numa IES, para o reaproveitamento e/ou reprocessamento de materiais de laboratório plásticos estéreis, advindos de sobras de embalagens, através do uso da radiação ionizante (gama). Com isso, se obtém a redução de materiais plásticos para o meio ambiente e a redução de custos na aquisição de mais materiais plásticos para a prática laboratorial (Figura 19).



**Figura 19.** Logística reversa de materiais estéreis após o tratamento por radiação.

**Fonte:** Elaborada pela autora

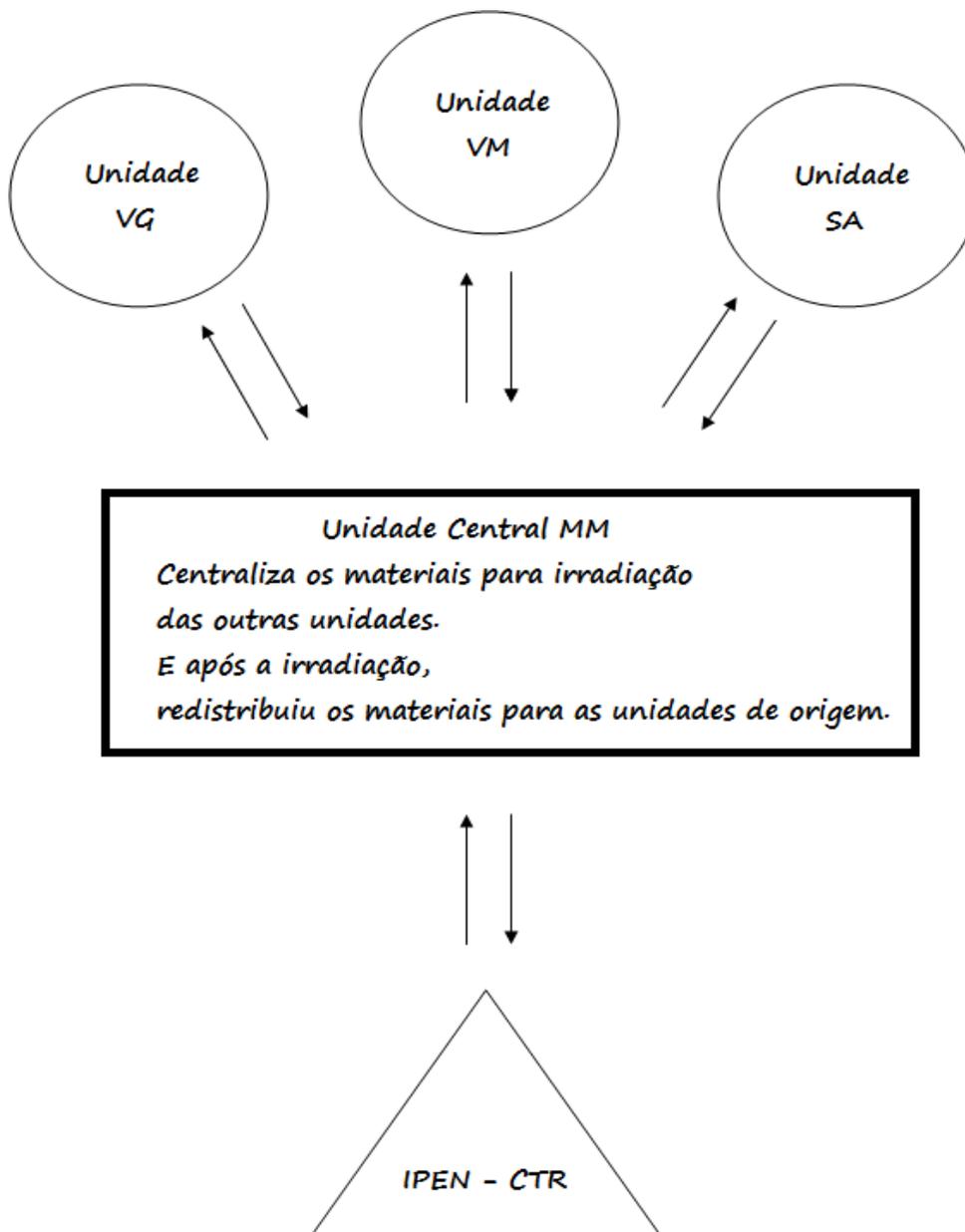
Uma proposta de *check list* pode ser empregada para o controle, preparação e envio de sobras de materiais plásticos estéreis do laboratório de uma IES (Figura 20).

Check list para envio de sobras de materiais plásticos estéreis para irradiar						
Nome do solicitante: Camille de la Cruz Lui			Unidade e período de trabalho: Memorial/ Diurno			
Marcar os itens de sobra de materiais plásticos estéreis abaixo						
Item	Quantidade (unidades)	Embalado em embalagem plástica original e em papel Kraft e enviado para a caixa de material para irradiar	Data de envio para irradiar	Data de retorno	Data do teste de esterilidade	Liberação do lote
Pipetas plásticas [X]	130	Sim	03/12/2014	07/12/2014	08/12/2014	Ok
Ponteiras [ ]						
Alças de Drigalski [X]	23	Sim	03/12/2014	07/12/2014	08/12/2014	Aguardando resultado
Placas de Petri [X]	230	Sim	03/12/2014	07/12/2014	08/12/2014	Aguardando resultado
Outro:						

**Figura 20.** Check list para a preparação de lotes de materiais plásticos.

**Fonte:** Elaborada pela autora

Levando-se em conta que a IES é composta por mais três unidades, localizadas em diferentes regiões da cidade, é possível estabelecer um fluxo de coleta destes materiais, centralizados numa única unidade e, a partir desta, um único veículo poderia levar o material a ser irradiado no IPEN (Figura 21). Cada unidade seria responsável pela preparação do material até a etapa 4, como proposto na Figura 10, e a unidade central executaria a etapa 5 e 6. Após a irradiação a unidade central executaria a verificação do lote no teste de qualidade e os materiais liberados seriam reencaminhados às unidades originais, via malote ou pelo serviço de Motoboy.



**Figura 21.** Logística de materiais entre as unidades da IES para irradiação.  
**Fonte:** Elaborada pela autora.

Com isso, é possível reinserir tais materiais no fluxo de produção laboratorial não apenas de uma, mas de várias unidades de uma IES. Com o *check list* proposto, é possível realizar um cálculo mensal e anual dos valores economizados no reaproveitamento de todos os itens irradiados e mensurar as vantagens econômicas voltadas para o suporte de pequenos projetos de iniciação científica, por exemplo. Com a economia gerada no período do estudo, pela recuperação de sobras de materiais plásticos irradiados, houve um incremento na gestão de custos do laboratório, uma vez que o dinheiro, antes empregado na aquisição de novos insumos estéreis, foi aplicado para outras finalidades ou até mesmo aquisição de outros materiais e equipamentos para o laboratório da IES. Como exemplo, com a economia gerada foi possível manter (por seis meses) um projeto de iniciação científica, na área de microbiologia, cujo custo com materiais (placas de Petri, meio de cultura, lâminas e lamínulas) gira em torno de R\$ 600,00.

Esse modelo de LR pode ser seguido e replicado para outros institutos de pesquisa e laboratórios de hospitais públicos de ensino. Após o levantamento de custos do tratamento, também o setor privado (laboratorial ou outros serviços hospitalares) poderiam se beneficiar com o emprego desta tecnologia.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A questão de pesquisa foi solucionada com o emprego de um novo modelo de logística reversa, empregando o tratamento por radiação ionizante (gama). Com a irradiação de sobras de insumos laboratoriais, não apenas a reinserção de placas de Petri, mas também foi possível reaproveitar pipetas plásticas, ponteiras, alças de Drigalski e alças bacteriológicas descartáveis na rotina laboratorial, em práticas de ensino.

Uma alternativa para o aproveitamento de todas as placas de Petri estéreis, na rotina laboratorial, seria tentar negociar ou solicitar que o fabricante embale individualmente as placas, em sacos plásticos como embalagem primária. Com isso, a embalagem primária seria violada no momento do uso por unidade utilizada. Porém essa medida não seria economicamente viável na produção de placas de Petri e geraria um maior consumo de material plástico na produção de mais embalagens primárias, ou seja, ao invés de um único saco plástico contendo 10 placas, haveria mais 10 sacos individuais para descarte no meio ambiente, para as mesmas 10 placas.

Devido a isso, a preocupação com a sustentabilidade e impactos sociais na redução de resíduos plásticos foi notadamente um fator que determinou o reaproveitamento, inclusive, das embalagens primárias dos pacotes originais das placas de Petri, usadas no processo de preparação da embalagem no tratamento por radiação. Com isso foi evitado o lançamento de resíduos plásticos, não apenas do material das sobras das placas, mas também da embalagem plástica primária do fabricante.

A eficiência do processo foi observada pelos testes microbiológicos, onde não foi observado o crescimento microbiano ou a contaminação das placas no pós-processamento.

A parceria da IES com outro Instituto como o IPEN aponta que as colaborações institucionais e entre profissionais de diversas áreas são o caminho para o desenvolvimento da pesquisa e ensino no estado de São Paulo, mas que futuramente pode ser expandida para o país. Foi possível demonstrar que o IPEN é um parceiro fundamental na importante missão de implementar a inovação e tecnologia na pesquisa e no ensino superior. Segundo Mutarelli (2014) ao longo dos anos, a evolução do conceito socioambiental tem se solidificado por meio de programas, conferências e diversas atividades que ocorrem no Brasil e no mundo.

A sustentabilidade e a responsabilidade social passaram a ser parte integrante das organizações. O IPEN tem como missão o comprometimento com a melhoria da qualidade de vida da população brasileira e os gestores do IPEN e da IES poderão identificar juntos novas ações socioambientais viáveis para a melhoria de vida de todos os cidadãos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, E. M., Ferreira, A., & Santos, F. C. A. (2009). Tipologia de sistemas de logística reversa baseada nos processos de recuperação de valor: estudo de três casos empresariais. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 12.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2000). Manual de Procedimentos Básicos em Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Hospitalar. Recuperado em 15 de junho, 2014 de [http://prokariotae.tripod.com/manual\\_modulo\\_1.pdf](http://prokariotae.tripod.com/manual_modulo_1.pdf).

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2003). *Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Disco-difusão: Norma Aprovada – Oitava Edição*. Recuperado em 20 de outubro, 2013 de [http://www.ANVISA.gov.br/servicosaude/manuais/clsi/clsi\\_OPASM2-A8.pdf](http://www.ANVISA.gov.br/servicosaude/manuais/clsi/clsi_OPASM2-A8.pdf).

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2004). *Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços*. Recuperado em 27 de outubro, 2013 de [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/.../manual\\_microbiologia\\_completo.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/.../manual_microbiologia_completo.pdf).

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2005a). *Pediatria: prevenção e controle de infecção hospitalar/ Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. Brasília, p. 116, s. *Normas e Manuais Técnicos ISBN 85-334-1049-2*.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada n. 306 (2005b). Dispõe sobre Regulamento Técnico para funcionamento de Laboratórios Clínicos. Recuperado em 16 de outubro, 2014 de <http://www.anvisa.gov.br>.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2013a). *Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde*. Brasília, DF. Recuperado em 20 de outubro, 2013 de <http://www.ANVISA.gov.br/servicosaude>.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2013b). *Manual Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI (antigo NCCLS)*. Recuperado em 06 de novembro, 2013 de <http://www.ANVISA.gov.br/servicosaude/manuais/clsi.asp>.

Aquino, S. (2011). Gamma radiation against toxigenic fungi in food, medicinal and aromatic herbs. In A. Mendez-Vilas (Org). *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*. Spain.Formatex.

Ascari, R.A., Silva, O.M., Azevedo Jr, L., Berlet, L.J., Maldaner, C., Mai, S. (2012). Fluxo de materiais odonto- médico-hospitalares durante o seu processamento em unidades básicas de saúde. *Revista UDESC em Ação*, 6(1):1-16.

Ascari, R.A., Vidori, J., Moretti, C.A, Perin, E.M.F., Silva O.M., Buss, E. (2013). O processo de esterilização de materiais em serviços de saúde: uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, 4(2):33-38.

Asenjo, M. C. (1998). A infecção hospitalar como parâmetro da qualidade. *Epidemiologia, Serviços e Tecnologias e saúde*: 43-60.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico – ABIPLAST (2011). Perfil 2011: Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico, ABIPLAST, São Paulo. Recuperado em 10 setembro, 2014 de: [http://file.abiplast.org.br/download/perfil\\_2011.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/perfil_2011.pdf).

Association of periOperative Registered Nurses. (2006). Reuse of single-use devices [Guidance Statement]. *AORN Journal*, 84(5), 876-884.

Barroso, A. P., & Machado, V.H. (2005). A gestão logística dos resíduos em Portugal. *Investigação Operacional*, 25 (2), 179 – 194.

Batista, G. T., & Júnior, M.J.E.R.H (2012). Infecções Hospitalares e a Enfermagem. *Revista Perspectiva FGF*, 1(1).

Boas Práticas (2013). Irradiação por raios gama é alternativa eficiente para esterilização. Recuperado em 26 de março, 2014 de <http://boaspraticasnet.com.br/?p=5897>.

Bowsox, D. J., Closs, D. J., Helferich, O. K. (1996). Logistics management. *New York: McGraw-Hill*.

Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina (Lacen/SC). Sistema Único de Saúde. Secretaria de Estado da Saúde. Manual de Biossegurança. Recuperado em 07 de outubro, 2014 de: <http://lacen.saude.sc.gov.br/arquivos/MBS01.pdf>.

*Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Planalto, Casa Civil, DOU 3 ago. 2010a.

Calvo, W.A.P. (2005). *Desenvolvimento do sistema de irradiação em um irradiador multipropósito de cobalto-60 tipo compacto*. (Doctoral dissertation, Tese-Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, São Paulo).

Carroll, J. G., Bolt, R. O. (1963). Radiation effects on organic materials. *Academic Press*.

Chmielewski, A. G., & Haji-Saeid, M. (2004). Radiation Technologies: Past, Present and Future. *Radiation Physics and Chemistry*. 71(1), 17-21.

Christopher, M. (2009). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor*. 2ª ed., São Paulo: Ed. Cengage Learning.

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (2014). Diretrizes básicas de proteção radiológica. Norma NN 3.01. Recuperado em 23 de outubro, 2014.

Cphoon, B.D. (2002). Reprocessing single-use medical devices. *AORN J*. 75(3):557-562.

Coltro, L., Gasparino, B. F., & Queiroz, G.C. (2008). Reciclagem de Materiais Plásticos: A Importância da Identificação Correta. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 18 (2): 119-125.

Corbin, J., & Strauss, A. (Eds.). (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage.

Da Silva, A. L., & Alcântara, R. C. (2001). Mudanças nos relacionamentos e estratégias para melhor coordenação da cadeia de suprimentos. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, 36 (3).

Da Silva, R. F. (2003). A infecção hospitalar no contexto das políticas relativas à saúde em Santa Catarina. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, 11 (1), 108-14.

Daher, C. E., Silva, E. P. D. L. S., & Fonseca, A. P. (2006). Logística reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor.

De Almeida, F. A., Viana, A. P. S., Ritter, Á. M., & Sellitto, M. A. (2014). Cooperativas de catadores de resíduos e cadeias logísticas reversas: estudo de dois casos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 17(17), 3376-3387.

De Oliveira Lima, I., Oliveira, R. D. A. G., de Oliveira Lima, E., Farias, N. M. P., & de Souza, E. L. (2006). Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 16(2), 197-201.

Demajorovic, J., & Migliano, J. E. B. (2013). Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. *Gestão & Regionalidade*, 29(87).

Denser, C.P.A.C (2004). Reprocessamento e reutilização de material odonto-médico-hospitalar de uso único: busca de evidências pela revisão sistemática de literatura científica. Dissertação (Mestrado)- Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo.

Dias, J.C.Q (2005). Logística Global e Macrologística. 1ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo.

Duarte, T. (2009). A possibilidade da investigação a 3: reflexões sobre triangulação (metodológica). *CIES e-working, Portugal*, (60).

Dunn, D. (2002). Reprocessing single-use devices--regulatory roles. *AORN J.* 76(1):100-106.

Engel, G. I. (2000). Pesquisa-ação. *Educar*, 16, 181-191.

Feola, G. (2013). Radiação preserva patrimônio cultural. Livros da USP e obras de artes são recuperados de infestação através de tecnologia do IPEN. Agência Universitária de Notícias

da USP. Recuperado em 12 de outubro, 2014 de: <http://www.aben.com.br/noticias/radiacao-preserva-patrimonio-cultural>.

França, I. C., & Oliveira, D. D. (2009). *Uma Análise Macro de Assuntos de Micro. MicroFocus*. Recuperado em 23 novembro, 2013 de <http://www.siemens.com.br>.

Freire, F. G. M. & Guedes, A. P. S. (2006). A gestão do sistema logístico inverso para pneus-resíduos e sua relação com a eficácia e eficiência. *Proc. of the Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.

Garcia, L. P., & Zanetti-Ramos, B. G. (2004). Gerenciamento dos resíduos de serviços. *Cadernos de Saúde Pública*, 20 (3), p. 744-752.

Georges, M. R. R. (2011). Um Novo Tipo de Cadeia de Suprimentos: A Cadeia de Suprimentos Solidária. *Anais do SIMPOI2011–Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Intencionais*. São Paulo, 24, p. 25.

Gonçalves, M. E., & Marins, F. A. S. (2006). Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. *Gestão & Produção*, 13(3), 397-410.

Guarnieri, P., da Silva Dutra, D. D. J., Pagani, R. N., Hatakeyama, K., & Pilatti, L. A. (2006). Obtendo competitividade através da logística reversa: estudo de caso em uma madeireira. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(4), 121-130.

Handfield, R. B., & Nichols E. L. (1999). Introduction to supply chain management. (vol 1). *Upper Saddle River, NJ: prentice Hall*. p. 183.

Infante, M., & Santos, M.A.B.D. (2007). A organização do abastecimento do hospital público a partir da cadeia produtiva: uma abordagem logística para a área de saúde. *Ciência Saúde Coletiva*, 12 (4), p. 945-54.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). (2013). *Esterilização por radiação ionizante*. Recuperado em 28 outubro, 2013 de [http://www.tecnologiaradiologica.com/materia\\_radioesterilizacao.htm](http://www.tecnologiaradiologica.com/materia_radioesterilizacao.htm).

Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Unidades. Recuperado em 10 de setembro, 2014 de: <http://www.if.ufrgs.br/cref/radio/radioatividade.html>.

Kavanagh, C.M.G. *Elaboração do Manual de Procedimentos em Central de Materiais e Esterilização*. 2. ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2011.

Leite, P. R. (2010). Logística reversa de produtos não consumidos: práticas de empresas no Brasil. *GESTÃO. Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 3(3).

Machline, C. (2007). *Cadeia de valor na saúde: compras na área da saúde*. Debates GV saúde, n.3. Recuperado em 13 outubro, 2013 de <http://pt.scribd.com/doc/27464661/Cadeia-de-Valor-na-Saude-Compras-na-Area-da-Saude>.

Martins, G.A., & Theóphilo, C. R. (2009). *Metodologi. a da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. Atlas.

Maximiniano, A.C.A (2004). *Introdução à Administração*. Sexta edição. Atlas, São Paulo. p. 25-32.

Meade, L., Sarkis J., & Presley, A. (2007). The Theory and Practice of Reverse Logistics. *International Journal Logistics Systems and Management*, 3 (1): 56-84.

Miguel, P. L. D. S., & Brito, L. A. L. (2010). Antecedentes da gestão da cadeia de suprimentos: eles realmente existem? Estudo empírico no Brasil. *RAE–Eletrônica*, 9(2).

Mutarelli, R.C. (2014). *Estudo da responsabilidade social do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo (IPEN/CNEN-SP)*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo. Recuperado em 23 de novembro, 2014 de: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85133/tde-16072014-141824/fr.php>.

Olivares, IRB (2008). *Gestão da qualidade de laboratórios*. Conselho Regional de Química IV Região de São Paulo. Recuperado em 25 de setembro, 2014 de: [http://www.crq4.org.br/downloads/minicursogestaodaqualidade\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/downloads/minicursogestaodaqualidade_2008.pdf).

Oliveira, A. C., Oliveira, K.A., Noronha, A.H.T., Gomes, O.M.S., Braga, F.R. (2006). Reprocessamento de produtos de uso único nas instituições hospitalares de Belo Horizonte. *Rev. Min. Enf.*; 10(2): 138-144.

Pino, E. S., Giovedi, C. (2013). Radiação ionizante e suas aplicações na indústria. *UNILUS Ensino e Pesquisa*, 2 (2), p. 47-52.

Portal da Saúde (2013). SUS – Sistema Único da Saúde. Recuperado em 24 de novembro, 2013 de [http://portal.saude.gov.br/portal/sas/mac/area.cfm?id\\_area=835](http://portal.saude.gov.br/portal/sas/mac/area.cfm?id_area=835).

Possari, J.F. Centro de Material e Esterilização: Planejamento, Organização e Gestão. 4. ed. São Paulo: Iátria, 2010.

Prado, M. E. M., & dos Santos, S. S. F. (2013). Avaliação das condições de esterilização de materiais odontológicos em consultórios na cidade de Taubaté. *Revista de Biociências*, 8 (1).

Rela, P. R. (2001). Utilização da Radiação Ionizante na Esterilização de Produtos Médicos e Farmacêuticos. *Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação - SBCC*, set/out.

Resolução - RDC nº 156, de 11 de agosto de 2006. Dispõe sobre o registro, rotulagem e reprocessamento de produtos médicos, e dá outras providências.

Rocha, S. A.; Teófilo, B. R.; dos Santos, L. & de Sousa, C. P. (.n.d.). Logística reversa como ferramenta de planejamento e controle das devoluções de mercadorias de uma empresa atacadista. *SEGeT – Simpósio de excelência em gestão e tecnologia*. Recuperado em 23 de abril 2014, de [http://www.aedb.br/seget/artigos08/523\\_523\\_Logistica\\_Reversa\\_como\\_ferramenta\\_de\\_planejamento\\_e\\_controle\\_das\\_devolucoes\\_de\\_mercadorias\\_de\\_uma\\_empresa\\_atacadista.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos08/523_523_Logistica_Reversa_como_ferramenta_de_planejamento_e_controle_das_devolucoes_de_mercadorias_de_uma_empresa_atacadista.pdf).

Rodríguez, D.S., Silva, L.S., Passos, M., Bertoloto, R., Luís, S., & Filho, J.R.F. (2012). A Logística Reversa Utilizada no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos como Instrumento de Vantagem Competitiva. *Sistemas & Gestão* 7: 642-656.

Salvatori, R. U., Wolf, G.A.K., Dresch, F & Stronhschoen A.A.G. (2013). *Laboratório de Microbiologia: normas gerais, instruções de trabalho e procedimentos operacionais padrões*. Lajeado: Ed. da Univates, 72 p.

Sgna Position Statement (2009). Reuse of Single-Use Critical Medical Devices. *Gastroenterology Nursing*, 32(3): 228-229.

Silva, E. A.; & Moita Neto, J. M. (2011). Logística reversa nas indústrias de plásticos de Teresina-PI: um estudo de viabilidade. *Polímeros* 21 (3): 246-251.

Souza, J. C. (2008). Logística para reciclagem e logística reversa principais similaridades e principais diferenças. In *XV Congreso Panamericano de Ingenieria de Tránsito y Transporte, Cartagena das Indias. Actas del XV Congreso Panamericano de Ingenieria de Tránsito y Transporte* (pp. 203-220).

Terence, A. C. F., & Escrivão Filho, E. (2006). Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP*, 9.

Thiollent, M. (1997). *Pesquisa-ação nas organizações*. São Paulo: Atlas.

Varadinov, M.J.P.S (2012). Análise dos artigos de revisão bibliográfica no tema de Logística Inversa. *Dos Algarves . A multidisciplinarye – journal*, (21): 70-100. ISSN: 2182 – 5580.

Vaz, C. R.; Maldonado, M. U. & Selig, P. M. (2013). Revisão de literatura estruturada da produção científica sobre o conceito de logística reversa (1990 – 2012). *Anais do SIMPOI 2013–Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Intencionais*. São Paulo.

Vecina, G. N., Reinhardt Filho, W. (1998). *Gestão de recursos materiais e de medicamentos*. São Paulo: Fundação Peirópolis Ltda.

Xavier, L.H. & Corrêa, H. L. (2013). *Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis*. São Paulo: Atlas.

Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e método*. Porto Alegre: Bookman.

**ANEXO 1.** Modelo de Carta de Solicitação de Irradiação de Materiais.

São Paulo, \_\_\_/\_\_\_/ 2014,

A/C Gerente Adjunto de P&D, Planejamento e Inovação Centro de Tecnologia das Radiações –  
CTRD- IPEN/ CNEN – SP

Venho por meio desta, solicitar o tratamento pelo processo de irradiação.

**Material a ser irradiado:** Duas caixas com materiais diversos descartáveis

**Quantidade de material:**

- Placas de Petri (200 unidades)
- Pipetas descartáveis (60 unidades)
- Alças bacteriológicas descartáveis (130 unidades)

**Cuidados com a manipulação do material:** Não há

**Objetivo da irradiação:** Esterilização

- **Doses e taxas de dose requeridas:** 20 (vinte) kGy
- **Propósito da irradiação:** Material a ser utilizado em pesquisa (mestrado) e iniciação científica.
- **Nome do orientador/ responsável:** Profa. Dra. Simone Aquino
- **Nome da empresa ou instituição:** Universidade Nove de Julho – UNINOVE
- **Endereço completo para correspondência (telefone e e-mail):** Av. Francisco Matarazzo, 612, Prédio C, 1º andar. Bairro Barra Funda. CEP 05.001-000 Fone: 3207-7972. E-mail: siaq66@uninove.br

Sem mais,

---

**Profa. Dra. Simone Aquino - Matrícula 9833**

Departamento de Saúde – Farmácia e Bioquímica  
Programa de Mestrado Profissional em Administração – Gestão de Sistemas de Saúde  
PMPA-GSS

## ANEXO 2. Orçamento de materiais laboratoriais do fornecedor A.


**ANALISTA** Comércio de Produtos Químicos Ltda.

Tel/Fax.: [11] 4341-4155



analista@analista.com.br

Home: www.analista.com.br

Orçamento No.	<b>037989</b>	Data	<b>15/10/2014</b>
Cliente	<b>ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO</b>	Contato	<b>CAMILLE LUI</b>
Telefone	Fax	E-mail	
Vendedor(a)	<b>CELSO GOMES</b>	Operador(a)	<b>CELSO</b>

Item	Descrição	Embal.	Unid	VI.Unitário	Quant.	Valor Total
001	03568 07 PLACA DE PETRI 90 X 15 MM POLI DESC.S/DIV. Ct.Fiscal:39269040	10	PC	3,90	1	3,90
002	03878 06 PLACA DE PETRI 150 X 15 MM POLI Ct.Fiscal:39269040	120	PC	162,00	1	162,00
003	03684 01 LOOP ESTERIL DESCARTAVEL 10 MICROLITROS (ALÇA) Ct.Fiscal:90183219	100	PC	13,00	1	13,00
004	04543 02 ALÇA DE DRIGALSK DESCARTAVEL ESTERIL Ct.Fiscal:39269040	5	PC	2,70	1	2,70
005	03983 04 PONTEIRA POLI PY PIPETA AUT. 0/200 UL Ct.Fiscal:39269040	1000	PC	40,00	1	40,00
006	06497 01 PIPETA DESCARTAVEL 2 ML Ct.Fiscal:90183219	50	PC	27,50	1	27,50

Valor Total	R\$ 249,10
-------------	------------

 Condições de Pagamento: **30 DIAS**

Faturamento Mínimo:

 Prazo de Entrega: **10 DIAS**

 Validade: **10 DIAS**

Frete: CIF

\*\*\*\*\* Faturamento somente após aprovação do Cadastro \*\*\*\*\*

**Observações**

No aguardo de breve notícias, firmamo-nos

\_\_\_\_\_

## ANEXO 3. Orçamento de materiais laboratoriais do fornecedor B.



CNPJ: 07.429.534/0001-87

IE: 149.421.924.113

Data: 15/10/2014

Orçamento nº 16463

Camille Lui

CNPJ/CPF: null

Item	Descrição	Unid.	Qtde	Preço Unitário	Preço Total
01	PLACA DE PETRI LISA 90X15 C/10 (CRALPLAST)	Pacote	1	R\$ 3,75 (Três Reais e Setenta e Cinco Centavos)	R\$ 3,75 (Três Reais e Setenta e Cinco Centavos)
02	PLACA DE PETRI LISA 140X15 ESTERIL-C/5 (CRALPLAST)	Pacote	1	R\$ 6,05 (Seis Reais e Cinco Centavos)	R\$ 6,05 (Seis Reais e Cinco Centavos)
03	ALCA CALIB.DESC. ESTERIL 10UL C/100 (CRALPLAST)	Pacote	1	R\$ 13,20 (Treze Reais e Vinte Centavos)	R\$ 13,20 (Treze Reais e Vinte Centavos)
04	PONTEIRA AMARELA TIPO UNIVERSAL C/COROÁ 0-200UL C/1000 (CRAL)	Pacote	1	R\$ 8,40 (Oito Reais e Quarenta Centavos)	R\$ 8,40 (Oito Reais e Quarenta Centavos)
05	PIPETA SOROLOGICA VIDRO 2ML - 1/100 CRAL	Cada	1	R\$ 2,35 (Dois Reais e Trinta e Cinco Centavos)	R\$ 2,35 (Dois Reais e Trinta e Cinco Centavos)
06	PIPETA SOROLOGICA DESC. 2ML ESTERIL PEEL PACK C/50 CRAL (SOB ENCOMENDA)	Caixa	1	R\$ 25,80 (Vinte e Cinco Reais e Oitenta Centavos)	R\$ 25,80 (Vinte e Cinco Reais e Oitenta Centavos)

Frete: R\$ 0,00

Condição de Pagamento: À Vista.

Valor Total: R\$ 59,55

Emitido por: Rafael Marques

## Observações:

- Este orçamento tem validade de 15(quinze) dias corridos. Após este período, favor consulte-nos novamente.
- Todos os preços informados estão expressos em Reais (R\$) e são exclusivos para este orçamento. Na primeira compra o pagamento deverá ser antecipado (depósito bancário ou a vista no ato da entrega). Compras faturadas serão aceitas somente partir da segunda compra e da aprovação de cadastro.
- Para produtos disponíveis em estoque, o prazo de entrega é de 10(dez) dias corridos a partir da data de aprovação deste orçamento. No caso indisponibilidade em estoque de algum produto deste orçamento, o prazo de entrega será definido no momento da compra.

## ANEXO 4. Orçamento de materiais laboratoriais do fornecedor C.

B E R N N A R D O  
Produtos para laboratórios

CNPJ: 09.574.008/0001-36

I.E. 148.136.599.117

Proposta n°
1890-14

**Contato**                      **Empresa**                      **Fone:**                      **Deppto.**                      **Data:**  
Camille de La Cruz Lui    Associação Educacional Nove de Julho                                           Compras                      16/10/2014

**Forma de Pagamento:**    **Frete por conta do:**                      **Email:**  
30 d.d.liquido                      Fornecedor (CIF)                      [camillecl@uninove.br](mailto:camillecl@uninove.br)

<i>Item.</i>	<i>Quant.</i>	<i>Uni.</i>	<i>Produtos</i>	<i>Vr Uni.</i>	<i>Vr Total</i>	<i>Marca</i>	<i>Entrega</i>
1	1	Pct	C/ 10 Placa de Petri 90x15 descartável lisa	R\$ 3,00	R\$ 3,00	Cral Plast	10 dias
2	1	Cx	C/ 200 Placa de Petri 140x15mm descartável	R\$ 190,00	R\$ 190,00	Cral Plast	10 dias
3	1	Pct	C/ 100 Alça de Inoculação de 10µl. Descartável	R\$ 12,00	R\$ 12,00	Cral Plast	10 dias
4	1	Pct	C/ 5 Alça de Drigalski descartável	R\$ 1,00	R\$ 1,00	Cral Plast	10 dias
5	1	Pct	C/ 1000 Ponteira de 200µl. Descartável	R\$ 7,00	R\$ 7,00	Cral Plast	10 dias
6	1	Cx	C/ 50 Pipeta Graduada de 2 ml descartável	R\$ 21,00	R\$ 21,00	Cral Plast	10 dias
				<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 234,00</b>		

Proposta com validade de 10 dias

**ANEXO 5.** Questionário de Pesquisa Aplicado

- 1. Há quanto tempo o Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do IPEN presta serviços de tratamento por radiação?**
- 2. Quem financiou a planta do irradiador?**
- 3. Qual o seu papel como gestor do CTR?**
- 4. Para quais finalidades o tratamento por radiação é utilizado?**
- 5. Quais os principais clientes que utilizam essa tecnologia?**
- 6. Qual o número de clientes atualmente?**
- 7. Quais os procedimentos para que uma instituição solicite o tratamento por radiação gama?**
- 8. Quais os tipos de materiais compatíveis com essa tecnologia?**
- 9. Quais os tipos de materiais não recomendados?**
- 10. Quais os custos do tratamento por irradiação?**
- 11. Quais os benefícios de Instituições de Ensino e Pesquisa ao solicitar a prestação de serviço ao CTR?**
- 12. É necessário algum cuidado especial, como quarentena, após a irradiação do material?**
- 13. Como você projeta o emprego desta tecnologia nos próximos dez anos?**