

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAPHAEL LARAIA ROCHA DE BARROS COBRA

Proposta de diretrizes para integração entre a
Produção Enxuta e a Produção mais Limpa

São Carlos
2015

RAPHAEL LARAIA ROCHA DE BARROS COBRA

Proposta de diretrizes para integração entre a Produção
Enxuta e a Produção mais Limpa

Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de mestre em
Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Processos e
Gestão de Operações.

Orientador: Kleber Francisco Esposto

São Carlos

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

C652p Cobra, Raphael Laraia Rocha de Barros
Proposta de diretrizes para integração entre a
Produção Enxuta e a Produção mais Limpa / Raphael
Laraia Rocha de Barros Cobra; orientador Kleber
Francisco Esposto. São Carlos, 2015.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção e Área de Concentração em
Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2015.

1. produção mais limpa. 2. produção enxuta. 3.
integração. 4. diretrizes . 1. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **RAPHAEL LARAIA ROCHA DE BARROS COBRA**

Título da dissertação: "Proposta de diretrizes para integração entre a produção enxuta e produção mais limpa".

Data da defesa: 10/09/2015

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. **Kleber Francisco Espôsto**
(Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Prof. Dr. **Mateus Cecilio Gerolamo**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Prof. Dr. **Moacir Godinho Filho**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:

Profa. Associada **Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Paulo César Lima Segantine**

*A todos que acreditam na sustentabilidade
como meio para construir um mundo melhor.*

Agradecimentos

Faço agradecimentos a todos aqueles que foram essenciais para a caminhada de aprendizado e amadurecimento que proporcionou este trabalho:

Agradeço ao meu orientado Kleber, pela oportunidade de realizar este trabalho que fez com que eu me desenvolvesse como aluno e ser humano. Agradeço pelo grande exemplo de carisma e gentileza que me inspira sempre a ser mais gentil e profissional. Agradeço também por, a cada conversa, renovar meu ânimo e me inspirar a continuar mesmo quando as coisas são obscuras.

Agradeço ao meu grupo de pesquisa por ter dado um plano de fundo humano, que fez dessa pesquisa parte de um diálogo filosófico e não um confinamento do pesquisador e da teoria. À Mariana pela amizade franca e colaboração primorosa em trabalhos e congressos. À Geandra pela inesgotável perseverança na RBS realizada em conjunto e pelas conversas. Ao Zé pela oportunidade de desenvolver trabalhos importantes e pela opinião mais experiente. Ao Aldo por ter inspirado o lado ambiental do trabalho desde a graduação.

Agradeço ao meu tutor de intercâmbio Kim Tan pela acolhida calorosa e apoio para realizar os estudos de caso na Inglaterra.

Agradeço aos professores Mateus e Daniel com quem cursei as disciplinas do mestrado que me permitiram me aprofundar na engenharia de produção e entender os procedimentos e rigor científico de um pesquisador.

Agradeço àa minha família: pais Marialba e Juvenil, irmãs Julianne, Chistine e Danielle, e avós Anita e Ordália, por me darem apoio e carinho ao mesmo tempo que precisaram ser tolerantes com a minha ausência, necessária para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à turma da Genos e amigos para todas as horas Eduardo, Tiago, Guto, Marco, Juliana e Taís, por terem dado enorme apoio e, mais do que ninguém, aturado minhas faltas e momentos difíceis.

Agradeço a alguns amigos especiais sem os quais não haveria um Raphael capaz de chegar até o fim dessa jornada:

Às amigas Juliana W., Taís H. e Mariana, pelos momentos de diversão e pelo apoio.

Aos amigos de infância Gabrielle e Ricardo, por terem acompanhado à distância, dando apoio moral para o trabalho e me visitado quando já estava muito difícil seguir adiante.

Ao Turko, pelo apoio o início do mestrado e por ter sido companheiro em dias muito felizes.

Aos amigos do Clube de Empreendedorismo Renan, Théo e Gabriela, por não deixarem me sentir sozinho como pesquisador interessado em empreendedorismo.

Aos amigos Felipe, Joe e Lucas, por serem bons amigos para conversas profundas.

Ao Dante, pela cumplicidade e por ter me feito manter a sanidade mental nas horas mais difíceis.

À Luna, por ter estado ao meu lado enquanto escrevi cada linha dessa dissertação. Pelos abraços, latidos e lambidas.

Agradeço ao meu anjo da guarda pela presença constante e por ter me dado força quando em mim já não restava nenhuma.

Agradeço ao Santander, pela bolsa de intercâmbio que engrandeceu este trabalho.

Agradeço ao CNPq por ter fornecido a bolsa essencial para sobrevivência durante a pesquisa.

“Se pensar a respeito, poluição é fundamentalmente a manifestação do desperdício econômico. Ela envolve o uso incompleto de recursos, descarte de recursos, ou queima de algo. A oportunidade de reduzir custos através da eliminação da poluição, assim, parece qualquer coisa menos rara. ”

–Michael Porter, Harvard Business School

RESUMO

COBRA, R. L. R. B. **Proposta de diretrizes para integração entre a Produção Enxuta e a Produção mais Limpa**. 2015. 98 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

As operações industriais são objeto de muitas estratégias de gestão que visam melhorar o desempenho da empresa. Dentre estas estratégias podem ser encontradas a Produção Enxuta (*Lean*) e a Produção mais Limpa (P+L), implementadas de forma independente segundo objetivos distintos. Contudo, na prática, é frequente observar que as estratégias interagem dentro do contexto das indústrias, potencializando o ganho de desempenho operacional/ambiental ou prejudicando uma a outra quanto a seus objetivos. A academia vem recentemente evidenciando o possível relacionamento entre *Lean* e P+L dando principal atenção às interações positivas entre as estratégias, havendo poucos trabalhos que observam as interações negativas ou estudam os mecanismos pelos quais é possível descrever seu relacionamento. Como resposta a esta lacuna, esta pesquisa tem por objetivo principal propor diretrizes para a integração entre o *Lean* e P+L nas empresas. Esta proposta de diretrizes se baseia no levantamento do estado da arte da integração entre as estratégias, que fornece as informações sobre o seu relacionamento, que são, por sua vez, verificadas empiricamente. Para executar essa estratégia de pesquisa foi feita a aplicação de dois métodos científicos: a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e o estudo de caso. A RBS, desenvolvida para analisar o conhecimento disponível sobre a integração entre *Lean* e P+L, investigou 5 bases de dados científicas através das quais foram avaliados 380 estudos, que após a aplicação de filtros e adição de estudos citados por estudos selecionados foi possível chegar a 38 relevantes para a avaliação da integração entre *Lean* e P+L. A partir desses estudos, que reúnem desde artigos em periódicos e conferências até relatórios de agências governamentais, foi possível obter informações iniciais sobre o relacionamento entre o *Lean* e P+L, por exemplo os principais temas de convergência e divergência e o fenômeno compartilhado entre as teorias, definidos segundo a literatura. Para verificação empírica dessas informações, foram feitos estudos de caso em duas empresas brasileiras e duas

empresas inglesas para observar a integração em contextos diferentes e setores diferentes. Os estudos mostraram que, de maneira geral, os departamentos ambientais, onde a P+L é praticada, e de *Lean* se encontram distantes. Dessa forma, nos casos não havia iniciativa de integração entre o *Lean* e a P+L, mas sim interações espontâneas que levavam a benefícios os prejuízos de uma ou outra estratégia. O conhecimento, primeiramente obtido na literatura e depois submetido a uma avaliação empírica, foi reunido em diretrizes de integração dentro dos temas de integração entre o *Lean* e a P+L: Objetivos, Custos, Desperdícios, Ciclo de Vida, Risco Ambiental, Impactos Ambientais, Práticas, Consumidor e Sociedade, Cultura, Recursos Humanos, Requisitos Legais e Cadeia de suprimentos. Estes resultados contribuem para que, ao invés de uma abordagem segregada entre as estratégias, a sustentabilidade possa ser inserida diretamente dentro dos sistemas produtivos. Desta forma, a integração entre o *Lean* e a P+L passa a ser tanto uma resposta à demanda do consumidor por melhor desempenho ambiental quanto uma alternativa para que as empresas aumentem a eficiência de seus processos.

Palavras chave: produção mais limpa, produção enxuta, integração, diretrizes

ABSTRACT

COBRA, R. L. R. B. **Guidelines proposal for the integration between *Lean Production* and *Cleaner Production***. 2015. 98 p. Dissertation (Masters) –São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2015.

Industrial operations are the subject of many management strategies aimed at improving the company's performance. Among these strategies are *Lean Manufacturing (Lean)* and *Cleaner Production (CP)*, implemented independently according to different goals. However, in practice, it is often observed that the strategies interact within the industries' context, increasing the operational/environmental performance improvements or harming each others' goals. The academy has recently started emphasizing the possible relationship between *Lean* and CP giving primary attention to the positive interactions between strategies, having few studies observed negative interactions or studied the mechanisms through which it is possible to describe their relationship. In response to this gap this research's main objective is to propose guidelines for the integration between *Lean* and CP in companies. This guidelines proposition is based on a study of the state of the art of the integration between the two strategies which provided information about their relationship, that was in turn verified empirically. To run this search strategy two scientific methods were applied, the Systematic Literature Review (SLR) and the case study. The RBS was performed to analyze the available knowledge about the integration between *Lean* and CP investigated 5 scientific databases in which 380 studies were evaluated. After applying filters and adding studies cited by the selected studies, 38 studies were reached, which were the most relevant to the evaluation of the integration between *Lean* and CP. These studies ranged from journal and conference articles to government agencies reports, and from them it was possible to obtain the initial information about the relationship between strategies such as their main themes and the shared phenomenon defined according to the literature. For empirical verification of this information, case studies were performed in two Brazilian companies and two English companies to observe the integration in different contexts and different sectors. The studies have shown that in general the environmental departments, where CP is practiced, and *Lean* are

distant. Thus no integration initiative between *Lean* and CP was observed, but spontaneous interactions that led to randomly to convergences and divergences. The knowledge obtained first literature and then subjected to an empirical evaluation was gathered in integration guidelines displayed according to the integration themes between *Lean* and CP: Objectives, Cost, Waste, Life Cycle, Environmental Risk, Environmental Impacts, Practices, Consumer and Society, Culture, Human Resources, Legal Requirements and Supply Chain. These results contribute to, rather than maintaining a segregated approach between strategies, inserting sustainability directly into the production systems. Consequently, the integration between *Lean* and CP becomes both a response to consumer demand for a better environmental performance and an alternative for companies that want increase processes efficiency.

Keywords: *cLeaner* production, *Lean* manufacturing, integration guidelines

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Etapas da pesquisa | 7 |
| Figura 2 - Escada de conceitos de Gestão Ambiental | 19 |
| Figura 3 - Desenvolvimento histórico paralelo entre o <i>Lean</i> e a P+L..... | 26 |
| Figura 4 - Procedimento da Revisão Bibliográfica Sistemática..... | 31 |
| Figura 5 - Exemplo de codificação realizada no software NVIVO10..... | 35 |
| Figura 6 - Estudos por tipo de documento | 36 |
| Figura 7 – Distribuição temporal dos estudos selecionados no filtro 2 | 37 |
| Figura 8 - Distribuição temporal dos artigos de periódico e congresso | 37 |
| Figura 9 - Artigos em periódicos e conferências (filtro 2)..... | 38 |
| Figura 10 - Autores mais frequentes na RBS..... | 39 |
| Figura 11 - Autores dos artigos oriundos da prática e academia | 40 |
| Figura 12 - Citações por tipo de estudo | 41 |
| Figura 13 - Convergências e divergências por tipo de estudo | 44 |
| Figura 14 - Convergências e divergências por tipo de documento | 45 |
| Figura 15 - Mapa de árvore de frequência de palavras | 54 |
| Figura 16 - Nuvem de rótulos de palavras frequentes | 54 |
| Figura 17 - procedimento de estudo de casos múltiplos..... | 57 |
| Figura 18 - Modelos causais de relacionamento entre as estratégias | 59 |
| Figura 19 - Modelo conceitual - Temas de convergência e divergência..... | 60 |
| Figura 20 - Modelo conceitual de integração entre P+L e <i>Lean</i> a partir dos temas de convergência e divergência | 87 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Relação entre objetivos específicos e métodos | 6 |
| Tabela 2 - Barreiras à P+L - 1 Fonte: UNEP 2002 Produção Mais Limpa na América Latina e no Caribe..... | 22 |
| Tabela 3 - Quantidade de estudos por etapa da RBS | 33 |
| Tabela 4 - Resumo dos resultados do estado da arte da integração entre <i>Lean</i> e P+L..... | 42 |
| Tabela 5 - Convergências estritamente relacionadas à <i>Lean</i> e P+L identificadas na literatura através da RBS..... | 47 |
| Tabela 6 – Divergências estritamente relacionadas à <i>Lean</i> e P+L identificadas na literatura através da RBS..... | 47 |
| Tabela 7 - Convergências e divergências associadas diretamente ou aplicáveis a P+L | 48 |
| Tabela 8 - Palavras mais recorrentes na codificação de convergências e divergências..... | 53 |
| Tabela 9 - Resumo dos estudos de caso | 62 |
| Tabela 10 – Entrevistas do estudo de caso 1 | 66 |
| Tabela 11 - Entrevistas do estudo de caso 2..... | 70 |
| Tabela 12 - Recorrência de temas de relacionamento entre P+L e <i>Lean</i> nas entrevistas dos responsáveis das áreas nos casos 1 e 2 | 75 |
| Tabela 13 - Compilação de respostas para tema compartilhado | 76 |
| Tabela 14 – Diretrizes macro e específicas para integração entre <i>Lean</i> e P+L..... | 79 |

Lista de siglas e abreviações

P+L: Produção mais Limpa

CP: *CLeaner Production* – Produção mais Limpa

RBS: Revisão Bibliográfica Sistemática

JIT: *Just in Time*

TQM: *Total Quality Management* – Gestão da Qualidade Total

TPM: Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total

COV: Compostos Orgânicos Voláteis

TPS: Toyota Production System – Sistema Toyota de Produção

IMVP: *Intenational Motor Vehicle Program*

UNIDO: *United Nations Industrial Development Organization* - Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

UNEP: *United Nations Environment Programme* - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

EPA: *United States Environmental Protection Agency* - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

MIT: *Massachusetts Institute of Technology* - Instituto de Tecnologia de Massachusetts

PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos

ISO: *International Organization for Standardization* - Organização Internacional para Padronização

VSM: *Value stream mapping* – Mapeamento de fluxo de valor

NCPC: *National CLeaner Production Centre* - Centro Nacional de Produção mais Limpa

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1 Contexto e Motivação | 1 |
| 1.2 Objetivo | 5 |
| 1.2 Métodos | 5 |
| 1.3 Estrutura do documento | 9 |
| 2. Revisão de Literatura | 11 |
| 2.1 <i>Lean</i> | 11 |
| 2.2 Produção mais Limpa | 18 |
| 2.3 Integração entre o <i>Lean</i> e a Produção mais Limpa | 25 |
| 3. Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) | 29 |
| 3.1 Método..... | 29 |
| 3.2 Planejamento da RBS..... | 30 |
| 3.3 Condução da RBS | 33 |
| 3.4 Comunicação dos resultados | 35 |
| 3.4.1 Estado da Arte | 36 |
| 3.4.2 Convergências e divergências | 43 |
| 3.4.3 Fenômeno compartilhado | 52 |
| 4. Estudos de caso..... | 56 |
| 4.1 Método..... | 56 |
| 4.1.1 Definição e planejamento..... | 58 |
| 4.2 Resultados | 62 |
| 4.3 Análise | 73 |
| 5. Proposta de diretrizes | 78 |
| 6. Conclusões e Próximos passos | 88 |
| 6.1 Limitações da pesquisa..... | 90 |
| 6.2 Futuras pesquisas..... | 90 |
| 7. Bibliografia | 92 |
| Apêndice A - Protocolo de Revisão Bibliográfica Sistemática | 99 |
| Apêndice B – Questões para protocolo de estudo de caso | 107 |
| Apêndice C – Guia de campo | 110 |

1. INTRODUÇÃO

A introdução reúne os elementos básicos para esta pesquisa. Primeiramente, é trazida uma descrição do contexto e motivação a respeito dos dois temas centrais do trabalho, o *Lean* e a P+L. A partir do contexto identificado, é definido o objetivo principal e objetivos específicos. Em seguida, os métodos que dão suporte à pesquisa são apresentados e justificados. Por último, é descrita a estrutura deste documento.

1.1 CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

A integração interfuncional em dada empresa pode ser definida como um estado ideal no qual esta trabalha como um todo, assim quanto mais semelhante for a realidade da empresa a este estado, menor é o seu esforço para transferir, processar, interpretar e explorar informações ao longo das unidades de negócio (LAWRENCE; LORSCH, 1986). Tanto a pesquisa quanto o senso comum associam esta integração interfuncional ao aumento de desempenho em empresas. Turkulainen e Ketokivi (2012) investigaram em uma *survey* em 266 empresas de vários países, a relação entre integração e desempenho e obtiveram correlação positiva entre integração e grande parte das dimensões de desempenho empresarial. Os resultados desta pesquisa reforçam a ideia de que a integração interna da empresa é importante para o bom desempenho, o que leva os autores a dar ênfase à necessidade desenvolvimento de teorias em gestão de operações que expliquem os mecanismos pelos quais a integração leva a melhores resultados.

Também, no desenvolvimento das teorias existe espaço para a integração. Do mesmo modo que as unidades de negócios de uma empresa se aproximam para realizar o que distantes não seria possível, ao integrar duas teorias os especialistas buscam potencializar os efeitos e atingir o que cada teoria isoladamente não seria capaz (MAYER; SPARROWE, 2013).

Dentre as disciplinas de gestão de operações que concentram grande número de pesquisadores e profissionais tanto em empresas quanto em consultorias está a

Produção Enxuta ou *Lean*. A ela é atribuído o grande sucesso das empresas japonesas, sobretudo a Toyota, que a partir do fim dos anos 70 passaram a ameaçar o domínio do mercado automobilístico pelas empresas americanas e europeias (HOLWEG, 2007). Devido a esta grande popularidade atingida pelo *Lean* tanto através casos de sucesso quanto por livros de grande impacto como “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Jones, (1990), houveram iniciativas de integrar o *Lean* a outras práticas empresariais na busca por ganhos de desempenho ainda maiores.

Uma das maneiras de perceber as integrações é a separação de suas práticas em pacotes como proposto por Shah e Ward (2003). Os autores rotulam os pacotes de práticas identificadas como *just-in-time* (JIT), Gestão da Qualidade Total (TQM), Manutenção Produtiva Total (TPM) e Gestão de Recursos Humanos. Estes pacotes de práticas são considerados positivamente relacionados às dimensões de desempenho, sendo responsáveis por cerca de 23% da variação no desempenho operacional depois da contabilização dos fatores contextuais.

Também, a combinação de práticas de *Lean* com Seis Sigma é fortemente associada pelo senso comum a aumento do desempenho operacional (ANTONY; ESCAMILLA; CAINE, 2003). Essa relação entre essas duas estratégias é investigada no estudo de Shah, Chandrasekaran e Linderman (2008). Primeiramente, os autores indicam como intersecção a área da gestão da qualidade, presente no *Lean* sob a forma de práticas como o controle estatístico de processos e medição de atributos de processo; e no Seis Sigma como práticas de métodos estatísticos avançados. A principal diferença apontada é o foco, no *Lean* são problemas mais visíveis relacionados ao fluxo de processo como estoque, fluxo de materiais e segurança; enquanto no Seis Sigma é dada atenção a problemas menos visíveis relacionados a defeitos no processo que implicam na variabilidade do desempenho operacional. Mesmo que o *Lean* e o Seis Sigma apresentem focos distintos de melhoria os pesquisadores concluem que estas são práticas positivamente associadas e atribuem esse fato à: (a) capacidade absorptiva das unidades que após o ganho de conhecimento em uma estratégia tem facilidade em incorporar práticas relacionadas; e (b) a complementariedade teórica, sendo a tendência de práticas de características semelhantes de ocorrerem juntas. Adicionalmente a mesma pesquisa verifica uma relação positiva entre a aplicação

combinada de *Lean* e Seis Sigma e desempenho operacional comparativamente a implantações independentes ou não implantação das estratégias.

O caso entre *Lean* e Seis Sigma ilustra bem a integração de teorias de gestão proposta por Mayer e Sparrowe (2013), uma vez que traz duas teorias atingindo um desempenho que não seria possível caso fossem aplicadas separadamente. Os mesmos autores apontam como principais desafios alcançar a aceitação dos usuários de cada teoria e determinar a melhor maneira de encaixar duas teorias. Se considerarmos o grande uso por consultorias e número de implantações, o *Lean* e o Seis Sigma parecem estar em equilíbrio nestes quesitos (SHAH; CHANDRASEKARAN; LINDERMAN, 2008).

Após o sucesso dessa integração entre o *Lean* e o Seis Sigma surgem especulações sobre o quê estaria na fronteira do desempenho das empresas. Apesar da existência de críticas sobre a consistência científica alguns trabalhos apontam para correlação positiva entre as práticas de gestão ambiental e desempenho financeiro organizacional (YANG; HONG; MODI, 2011). Este fato aliado a grande existência de afinidades entre objetivos e práticas levam autores a propor uma correlação positiva entre *Lean* e Gestão Ambiental (JABBOUR; *et al.*, 2012; YANG; HONG; MODI, 2011; BERGMILLER; MCCRIGHT, 2009 b; FLORIDA, 1996).

Rothemberg *et al.* (2001) aponta a Produção mais Limpa (P+L) como uma das estratégias da gestão ambiental mais compatíveis com o *Lean* devido ao foco em melhorias de processo capazes de agregam valor. Segundo os autores a empresa que utilizam o *Lean* tendem a optar por promover a melhoria de desempenho ambiental através de melhoria de processo ao invés de soluções para controle da poluição (i.e. tratamento de efluentes líquidos e gasosos), que seriam atividades sem valor agregado. Os autores, além de benefícios ambientais associados ao *Lean*, identificam uma correlação negativa entre a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) como medida de desempenho ambiental e a aplicação do *Lean*. A correlação é explicada pelo fato de o *Lean* considerar como desperdício a redução da poluição além dos limites legais estabelecidos. Esta constatação leva os autores a afirmar que teorias que apontam simplesmente uma relação ganha-ganha entre *Lean* e desempenho ambiental estão ignorando as complexidades envolvidas nesta

relação. Essa afirmação vai contra a proposta “*Lean is green*” defendida por diversos autores, que observam, apenas, de ganhos em desempenho ambiental através da aplicação do *Lean* (BERGMILLER; MCCRIGHT, 2009 a; JABBOUR *et al.*, 2012).

Neste contexto, considerando a P+L a estratégia¹ de gestão ambiental que mais se aproxima do *Lean*, a integração entre essas duas teorias se encaixa dentro da classificação proposta por Mayer e Sparrowe (2013) na categoria “fenômeno único em perspectivas teóricas aparentemente díspares”. Para este caso o “fenômeno de integração” seria a eliminação de desperdícios (*waste elimination*) (EPA, 2003) e a “disparidade aparente” é a falha dos gestores ambiental e de produção em perceber vantagens das semelhanças teóricas entre *Lean* e P+L, que mesmo quando observadas não promovem o desenvolvimento sustentável, devido a opção de cada departamento de se concentrar em suas respectivas responsabilidades (KLASSEN, 2000).

As recomendações de Mayer e Sparrowe (2013) para essa categoria de integração de teorias são:

- a) Ambas as teorias precisam falar do mesmo fenômeno, ou fenômenos muito semelhantes;
- b) Deve ser possível estabelecer a relação entre as duas perspectivas em termos de uma oposição significativa. Para ser convincente, a oposição não deve ser forçada ou artificial, mas, em vez disso, refletir diferenças genuínas na ênfase de cada teoria.
- c) Juntamente da oposição é necessário que haja pontos comuns entre as duas perspectivas, e esses pontos são a base para o diálogo produtivo. Não é que uma teoria supere a outra; os pontos de tensão permanecem. Mas, no processo de integração, essas diferenças conduzem a uma compreensão mais completa da complexidade do fenômeno compartilhado.

Observando a estas recomendações, a contradição na teoria e o grande potencial para integração entre *Lean* e P+L, a partir do qual seria possível se estender o

¹ Estratégia de gestão: para essa pesquisa tanto *Lean* quanto P+L serão abordados como estratégia de gestão apesar dos diferentes níveis de abstração que podem ser atribuídos pela literatura. *Lean* pode ser observado como sistema de produção ou filosofia.

ganho de desempenho tanto produtivo quanto ambiental, são enunciados no item a seguir os objetivos do trabalho.

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho é propor diretrizes para a integração entre *Lean* e P+L.

A partir do objetivo principal são descritos os seguintes objetivos específicos:

- a) Consolidar o estado da arte da integração entre *Lean* e P+L;
- b) Identificar na literatura as principais convergências e divergências² entre *Lean* e P+L;
- c) Identificar na literatura o fenômeno compartilhado entre as duas estratégias.
- d) Verificar empiricamente a integração entre as estratégias;
- e) Testar e levantar evidências sobre a convergência e divergência e fenômeno compartilhado.

1.2 MÉTODOS

Afim de atingir os objetivos definidos, foram escolhidos dois métodos científicos, a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e o Estudo de Caso. A Revisão Bibliográfica Sistemática é um método de síntese de teoria muito aplicado em áreas como a medicina, na qual o método busca fazer descobertas a partir do conhecimento de vários estudos sobre a mesma doença, por exemplo (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003). O método de Estudo de Caso, por sua vez, é largamente empregado em várias áreas do conhecimento quando a estratégia de pesquisa inclui

² Para o contexto desta pesquisa os conceitos convergências e divergências serão definidos como:
Convergências: *Lean* e P+L atingem resultados superiores combinados ou apresentam acordo sobre um tema.
Divergências: *Lean* ou P+L prejudicam os resultados da outra estratégia ou apresentam desacordo sobre um tema.

a observação de um fenômeno singular, sem controle das condições envolvidas (YIN, 2009). Estes dois métodos são definidos e sua aplicação registrada nas seções 3 e 4 do texto. A seguir na tabela 1 são relacionados os objetivos específicos e os métodos utilizados.

Tabela 1 - Relação entre objetivos específicos e métodos

| Objetivos Específicos | Método |
|---|-----------------------------------|
| - Identificar o estado da arte da integração entre <i>Lean</i> e P+L | Revisão Bibliográfica Sistemática |
| - Determinar o fenômeno compartilhado entre as estratégias | |
| - Levantar divergências e convergências entre <i>Lean</i> e P+L | |
| - Verificar empiricamente a integração entre as estratégias | Estudos de caso |
| - Testar e levantar evidências sobre a convergência e divergência e fenômeno compartilhado. | |

Como pode ser observado na tabela 1 a RBS é o meio pelo qual essa pesquisa busca identificar o estado da arte da integração entre *Lean* e P+L, determinar o fenômeno compartilhado entre as estratégias e levantar convergências e divergências. Por meio da realização de estudos de caso, de posse das informações obtidas através da RBS, a pesquisa procura verificar a integração e testar a teoria levantada na RBS somando evidências empíricas. A estratégia completa da pesquisa está representada na figura 1, mostrada a seguir.



Figura 1 - Etapas da pesquisa

As duas primeiras etapas da pesquisa representadas na figura 1, “Revisão Sistemática” e “Estudos de Caso” fazem referência direta aos métodos utilizados. Como resultados esperados de cada uma dessas etapas, encontra-se a concretização dos objetivos específicos relacionados a cada método. Por fim, a etapa “Síntese e Comunicação” reúne o conhecimento adquirido nas duas etapas precedentes sob a forma de diretrizes para a integração entre *Lean* e a P+L, posteriormente publicadas.

A seleção dos métodos para compor a pesquisa se baseou nos objetivos definidos e nas características de cada um dos métodos. Partindo dessa lógica cada método se apresenta elementos que justificam sua aplicação.

A RBS, mesmo sendo um método originalmente aplicado em outras áreas, vem sendo apontada como um método adequado aos estudos das áreas de gestão, gestão de operações e gestão ambiental (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011; SILVA *et al.*, 2013). O papel do método na área está associado a necessidade de mapear a diversidade da literatura para auxiliar a pesquisa a expandir o conhecimento existente (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). O levantamento da literatura tem sido realizado em geral por artigos com revisões de literatura narrativas, comumente criticadas por tendenciosidade. Contrapondo as desvantagens da revisão narrativa a RBS oferece um método transparente, no qual os procedimentos

de pesquisa e síntese são descritos e registrados, podendo ser avaliados pelo público (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

O método de Estudo de caso foi selecionado devido às vantagens que oferece para entender questões com “por quê” e “como”. Em decorrência disso, a pesquisa pode trabalhar no âmbito de questões como “Porque o *Lean* e a P+L não são integrados nas empresas” e “Como se dá a relação entre o *Lean* e a P+L nas empresas” (YIN, 2009).

Na gestão de operações o método de estudo de caso apresenta grande potencial de contribuição devido às complexidades dos fenômenos estudados e da grande relação com a prática, no entanto publicações utilizando este método de pesquisa são minoria (STUART *et al.*, 2002).

Um dos mais importantes artigos sobre *Lean* baseou-se em um único estudo de caso transversal da planta da Kawasaki, no estado norte americano de Nebraska (SCHONBERGER, 1982). No trabalho foi necessário obter profundidade para refutar o senso comum sobre a estratégia.

Mesmo que o *Lean* já seja um tema que já vem sendo desenvolvido na academia e na prática por certo tempo, Stuart *et al.* (2002) recomenda que ainda sejam desenvolvidos estudos de caso na área. Assim como o autor também recomenda o desenvolvimento de estudos de caso para áreas mais novas na gestão de operações, como é o caso da relação entre *Lean* e o meio ambiente.

A escolha do tipo de estudo de caso a ser realizado se baseia justamente no estágio de desenvolvimento das teorias estudadas (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002). Considerando que são raros os estudos de casos na literatura científica que se propõem a estudar *Lean* e estratégias de gestão ambiental (EPA, 2003), e que já existe uma quantidade considerável de estudos sobre esses temas separadamente (VINODH; ARVIND; SOMANAATHAN, 2011), esta pesquisa propõe-se a realização de estudos de caso com finalidade de validação da teoria desenvolvida seguindo uma lógica de replicação em um grupo de empresas.

1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O documento traz na seção 2 a revisão convencional de literatura na qual são observados os principais conceitos dos temas estudados. A seção 3 apresenta, por sua vez, o método RBS, descrevendo seu planejamento, execução e resultados obtidos. Em seguida, a seção 4 traz os Estudos de Caso, o desenho do método, sua prática e os resultados obtidos. Por fim, a seção 5 traz a proposta de diretrizes para integração entre o *Lean* e a P+L. A conclusão, limitações e sugestões de pesquisas futuras se encontram na seção 6. A bibliografia é listada na seção 6, após a qual estão disponíveis os apêndices.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O objetivo da seção de revisão de literatura é definir os conceitos básicos pertinentes aos temas *Lean* e P+L e sua integração. Dentro do levantamento da literatura básica são observados o objetivo e os principais construtos³ que fundamentam as teorias abordadas, e, por conseguinte, esta pesquisa.

2.1 LEAN

Lean Manufacturing ou Produção Enxuta é o sistema de produção visto como revolucionário que teve início dentro da *Toyota Motor Company* e teve seus princípios universalizados pelos pesquisadores dos MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) no livro “A máquina que mudou o mundo”. Esta revolução atribuída ao *Lean* refere-se ao seu profundo impacto sob a indústria automobilística e posterior influência em todos os demais setores da indústria (HOLWEG, 2007). Neste contexto, o status de sistema de produção é conferido ao *Lean* devido a sua extensão para além da operação para os demais processos envolvidos na produção, desenvolvimento de produtos, gestão de fornecedores, gestão do consumidor e gestão estratégica (HOLWEG, 2007). Mesmo observando o impacto do *Lean* e sua dimensão sistêmica, para sermos capazes de identificar os mecanismos pelos quais o *Lean* causou seu forte impacto é necessário retomar os sistemas que o precederam.

Antes mesmo da produção em massa, sistema produtivo questionado pelo *Lean*, a produção industrial era artesanal. Foi exatamente através do sistema de produção artesanal que os primeiros automóveis foram produzidos. Nesse contexto os primeiros consumidores capazes de adquirir automóveis eram extremamente ricos e dispunham de motorista e mecânico, assim, os carros não precisavam ser fáceis de dirigir, mas sim adequados aos gostos particulares do dono. A produção desses veículos era caracterizada pelo baixo volume, margem de lucro fixa (não acompanhava o volume de produção); artesãos com grande conhecimento do

³ Construto: abstrações conceituais de fenômenos que não podem ser observadas diretamente ou blocos de construção de uma teoria. (SUDDABY, 2010)

processo de fabricação muitas vezes se tornando empreendedores em pequenas oficinas e fábricas de partes; existência de um empreendedor principal que fazia a reunião da equipe necessária e o contato com o cliente (WOMACK, JONES; ROOS, 1990).

A popularização do carro como produto só se deu após a sua produção em massa, o que acarretou uma mudança no conceito do produto e nas operações de manufatura. O carro passou a ser produzido em massa por Henry Ford, o qual tinha a intenção de fazer um veículo que todos pudessem dirigir e consertar. Do ponto de vista produtivo o sistema de produção em massa trouxe profundas mudanças dentre as quais se destacam (WOMACK, JONES; ROOS, 1990):

- **Diminuição dos custos:** a produção em massa trouxe um aumento de eficiência em relação à produção artesanal permitindo a utilização de menor número de trabalhadores e permitia baratear o produto;
- **Peças intercambiáveis:** grandes esforços foram devotados a padronização das peças que faziam com que os carros pudessem ser montados sem adaptação das peças e permitia o reparo e troca de peças durante o uso;
- **Linha de produção móvel:** foi estabelecida uma linha de produção que se movesse em velocidade constante entre operadores estacionários o que permitia a regulação dos tempos das operações e aumentava a eficiência de montagem;
- **Divisão do trabalho:** No chão de fábrica cada operário era responsável apenas por uma operação o que tornava seu treinamento muito simples, portanto o sistema se valia de mão de obra pouco qualificada. Assim como no chão de fábrica, foi aplicada a divisão de trabalho também aos cargos de engenharia, o que se traduzia em responsabilidades por sistemas e componentes específicos. Contudo, o trabalhador do chão de fábrica tinha poucas perspectivas de ascensão na carreira, sendo visto como substituível e podendo chegar no máximo a supervisor, enquanto a mão de obra especializada, por sua vez, tinha um plano de carreira com maiores perspectivas de progressão na hierarquia.

Todas as mudanças trazidas pelo sistema de produção em massa influenciaram toda atividade industrial nos Estados Unidos e Europa favorecendo sua hegemonia perante as demais nações. No entanto, essa polarização mundial da produção

industrial foi alterada mais tarde pela emergência de empresas japonesas, capazes e competir no setor automotivo com as grandes empresas do ocidente devido a eficiência de seu sistema produtivo.

A pioneira dentre as empresas japonesas foi a Toyota Motor Company, derivada diretamente da fabricante de teares para indústria têxtil Toyoda, foi fundada em 1937. Vários fatores contribuíram para que a produção em massa não fosse adequada para a Toyota e a nascente indústria automobilística japonesa, como o limitado mercado doméstico japonês com uma economia devastada pela guerra e o fortalecimento dos trabalhadores através de leis trabalhistas somadas ao estabelecimento de sindicatos ativos. Além disso, a existência de produtores de automóveis no exterior, ávidos pelo mercado japonês, levaram o governo do país a tomar medidas protecionistas. Este mesmo governo colocou em prática um plano de medidas para fomento da indústria automobilística nacional (WOMACK, JONES; ROOS, 1990).

A medida que a produção automobilística japonesa ganhou forças e atingiu os mercados ocidentais com a exportação de seus veículos de alta qualidade, as demais empresas do setor, que perdiam posições no mercado, não compreendiam as causas do fenômeno. O sucesso das empresas japonesas permaneceu incompreendido por muito tempo, sendo atribuído principalmente aos seguintes fatores (HOLWEG, 2007):

-**Custo vantajoso**: o trabalho no Japão era visto como mal remunerado, beneficiado pela diferença entre o Dollar e o Yen o que era considerado jogada injusta;

-**Sorte**: os carros japoneses já eram econômicos durante a crise do petróleo;

-**Ministério japonês do comércio exterior**: suspeito na época de orquestrar uma política industrial de larga escala;

-**Cultura**: acreditava-se que a cultura japonesa permitia a produção mais eficiente e que esta não podia ser replicada em outros países;

-**Tecnologia**: uso de automação avançada nas fábricas Japonesas;

-**Política Governamental**: A existência de barreiras alfandegárias contra os Estados Unidos e leis trabalhistas consideradas mais brandas que associadas a um

programa forte de saúde pública eram tidos como razões de uma diminuição no custo do trabalho.

Ao mesmo tempo que a indústria automobilística ocidental despertava seu interesse pela indústria automobilística japonesa as primeiras pesquisas acadêmicas passam abordar essas empresas e seu sistema de produção. No início as pesquisas trataram o sistema de produção japonês “*Just in Time Production*” ou “*Toyota Production System*” (TPS) como uma coisa exclusivamente japonesa (HOLWEG, 2007).

No MIT o *International Motor Vehicle Program* (IMVP), criado após a primeira crise do petróleo, já tinha na sua primeira fase representada pelo livro “o futuro do automóvel” abordado a indústria japonesa. Foi somente com a introdução de montadoras japonesas nos Estados Unidos (*transplant operations*) que o novo sistema de produção pode ser melhor compreendido. Essas operações japonesas em território americano foram fundamentais principalmente por três motivos: as fábricas funcionaram como laboratório onde o *just in time* (JIT) podia ser observado na prática de um jeito muito mais acessível do que nas fábricas localizadas no Japão; os empreendimentos japoneses ajudaram a desenvolver o sistema de fornecedores que eram instruídos sobre *Lean*; quebrou-se o mito de que o *Lean* era inerente a cultura japonesa (HOLWEG, 2007).

Sob o comando de Jim Womack a segunda fase do IMVP realizou um extensivo estudo comparativo (*benchmarking*) das montadoras automobilística dentro e fora dos EUA e pode trazer à tona os elementos do sistema produtivo iniciado pela Toyota. Dessa forma Womack e Jones (1990) trazem em seu livro “A máquina que mudou o mundo”, o *Lean* sob uma perspectiva abrangente, ou seja, ao invés de focar nas práticas como os autores precedem o livro, este se dedica a entender a motivação e a construção do sistema de produção, fornecendo bases para sua aplicação em outras indústrias e difusão do conceito.

De acordo com Taiichi Ohno, reponsável pelo desenvolvimento das questões técnicas do TPS que deu origem ao *Lean*, o principal objetivo do sistema é a redução de custos (OHNO, 1997). O mesmo autor utiliza o ditado “a necessidade é a mãe da invenção” apontando que a configuração do TPS foi empírica, baseada nas questões enfrentadas pela empresa. Devido justamente a origem empírica no Japão,

onde a transferência de conhecimento se dava em manuais para fornecedores e visitas técnicas, o conhecimento sobre os conceitos do *Lean* se mantiveram razoavelmente inacessíveis, o que valoriza ainda mais as iniciativas científicas para sua decodificação (HOLWEG, 2007).

O grande interesse no *Lean* fez com que o termo fosse usado de forma inconsistente, referindo-se ideias distintas, uma vez que a pesquisa que primeiramente utilizou o termo e os livros que descreveram o conceito não oferecem uma definição (PETTERSEN, 2009; SHAH; WARD, 2007). Shah e Ward (2007) após estudo histórico das definições de *Lean* propõem a seguinte definição:

“*Lean Production* é um sistema sócio-técnico integrado cujo principal objetivo é eliminar o desperdício (*waste*) através da redução ou minimização da variabilidade interna do fornecedor e cliente, simultaneamente”.

Nesse caso fornecedor e cliente podem representar processos internos da empresa que possuem relação cliente fornecedor. Além disso nessa definição é possível observar uma mudança do objetivo ditado por Ohno, criador empírico do *Lean*, de “redução de custo” para “redução de desperdício”. Além dessas duas descrições do objetivo do *Lean*, este também pode ser descrito como: produzir produtos com menos defeitos atendendo precisamente ao desejo do consumidor; fluxo contínuo de produção; aumentar valor através da redução de desperdícios; promover foco no consumidor através de alta qualidade baixo custo e menor tempo; operação robusta da produção; eliminar desperdícios para reduzir custo; melhoria da qualidade e produtividade, eliminar desperdícios e reduzir custos (PETTERSEN, 2009).

Mesmos com diferentes representações é possível identificar a forte presença tanto da redução de custos quanto da redução dos desperdícios. Esses desperdícios foram primeiramente divididos em 7: superprodução, espera, transporte, processamento excessivo, estoque, movimentação, defeitos. Mais tarde foi acrescido o desperdício do talento a essa lista (LIKER, 2003).

Como via de concretização dos objetivos do *Lean* existem várias práticas visando sua aplicação. Shah e Ward (2003) propõem agrupar as práticas do *Lean* em pacotes: *just in time*, manutenção preventiva total, gestão da qualidade total e gestão de recursos humanos.

Retomando as origens empíricas do *Lean* é possível encontrar evidências de propostas do *Lean* em cada uma dessas dimensões (WOMACK; JONES; ROOS, 1990; OHNO, 1997). Ohno descreve o conceito JIT baseado numa visão reversa do processo produtivo na qual o último processo retorna ao anterior para obter somente a quantidade necessária. Esta busca de suprimentos nos processos era feita através do Kanban sob a forma de containers que acomodavam exatamente a quantidade necessária de partes que, ao serem esvaziados, eram enviados para a etapa anterior no processo, dando sinal para que a produção de peças fosse iniciada. Dessa forma, a produção era iniciada apenas quando peças fossem necessárias (*just in time* - JIT). Além dessas mudanças relacionadas diretamente às operações grande parte da proposta do *Lean* envolveu mudanças na forma do trabalho e visão do papel do recurso humano, que deixa de ser visto como peça substituível para ser considerado fonte de melhorias.

A origem dessa mudança dramática de papel do trabalhador foi a proposta de demissão de um quarto da mão de obra na Toyota durante a crise da economia do Japão provocada por uma restrição de crédito feita pelas forças de ocupação norte americanas. Houve revolta e ocupação da fábrica e o desfecho do conflito foi a demissão de um quarto da mão de obra em troca da renúncia do então presidente da Toyota, Kiichiro Tyoda, e garantia de emprego vitalício para a mão de obra remanescente. Esses trabalhadores seriam remunerados de acordo com o tempo de serviço na empresa, assim como nas demais fábricas japonesas, concordando em ser flexíveis em suas funções. Nesse contexto o modelo ocidental de divisão de trabalho que previa operadores especializados subordinados a supervisores, subordinados a gerentes que por sua vez respondiam a alta administração, não se encaixava à realidade da Toyota (HOLWEG, 2007; WOMACK; JONES, 1996). A saída foi a criação de equipes responsáveis por um grupo de operações nas quais o papel do supervisor foi substituído pelo líder de célula, que além de coordenarem a equipe também tinham a função de cobrir as faltas. Para essas equipes foram atribuídas mais tarde também pequenas tarefas de limpezas e reparos e reservados horários permanentes para a proposição de melhorias ressaltando ainda mais o “operador multifuncional” e o foco em manutenção. A melhoria contínua e prevenção do desperdício do tipo “defeitos” podia ser observada na iniciativa de permitir a qualquer operador acionar a parada da linha de produção quando fosse descoberto

um defeito. Essa medida tinha a finalidade de permitir que a equipe se reunisse para solucionar a situação e evitar o comprometimento de grande número de peças. Os funcionários eram incentivados a fazerem propostas de melhorias as quais recebiam respostas rápidas com grande taxa de implantação (HOLWEG, 2007; WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

Outra mudança foi no trabalho da mão de obra qualificada que passou a ter contato muito mais próximo com o chão de fábrica. Essa postura era representada pelas reuniões periódicas com as equipes para a discussão de melhorias. Além disso esse grupo de trabalhadores tinha grande importância nos Kaizen, momentos reservados para as equipes implantarem melhorias aprovadas no sistema de proposição de melhorias (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

Além de uma grande diversidade de práticas, o *Lean* não se encontra estático e já passou por diversas fases durante o seu desenvolvimento na gestão de operações (MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ, 2012; BHAMU; SANGWAN, 2014; HINES; HOLWEG; RICH, 2004). No trabalho de Hines, Holweg e Rich (2004) a história do *Lean* é dividida em 4 fases. A primeira fase, que vai do início década de 80 até a década de 90, é a tomada de consciência nas empresas com a disseminação de práticas de chão de fábrica em montadoras. Na segunda fase, que vai do início ao meio da década de 90, as empresas se dedicavam à observação de melhores práticas de mercado e abrangeu montadoras de veículos e sua cadeia de suprimentos. A terceira fase, por sua vez, que vai do meio dos anos 90 aos anos 2000, é marcada pela consideração da cadeia de valor e colaboração com a cadeia de suprimentos e neste momento o *Lean* já se estende a manufatura em geral. A quarta fase, dos anos 2000 em diante, se caracteriza pela abordagem de capacidades dentro de uma lógica sistêmica. Nela o *Lean* já atingindo a manufatura em geral, passa a ser utilizado em empresas de menor volume de produção e no setor de serviços.

2.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Notícias alarmantes e catástrofes associadas à temática ambiental marcaram as décadas de 60 e 70 (GUPTA, 1995). Dentre esses inúmeros acontecimentos que chamaram a atenção para as questões ambientais destaca-se a publicação do livro *Primavera Silenciosa* em 1962, no qual Rachel Carson trata do efeito dos pesticidas na reprodução dos pássaros. Mais tarde, a ocorrência de inúmeras catástrofes ambientais como a contaminação por substâncias tóxicas de Love Canal em 1983 e o derramamento de óleo pela empresa Exxon Valdez no Alasca em 1989 confirmaram que negligenciar a questão ambiental já não era uma opção (Hunt & Auster, 1990). Problemas associados com a questão ambiental não apenas ameaçavam a saúde pública e a biodiversidade, mas também colocavam em cheque as empresas poluidoras.

A análise dos danos ambientais causados pelas organizações leva a conclusão de que estes estão, sobre tudo, associados a fase inicial de adoção da gestão ambiental ou gestão ambiental emergencial, na qual as questões ambientais são apenas tratadas depois de ocorridas (HUNT; AUSTER, 1990). Atuando segundo esta postura as empresas associam a gestão ambiental a custo, uma vez que o tratamento de efluentes e emissões fim-de-tubo requer altos investimentos em tecnologias para remoção de contaminantes (UNIDO / UNEP, 2011).

Essa visão atrelada ao custo e muitas vezes depreciativa da gestão ambiental foi questionada em 1975 pela 3M que fundava seu inovador programa intitulado *Pollution Prevention Pays* (3M). Essa iniciativa acabou se tornando um grande caso de sucesso sobre as vantagens da gestão ambiental proativa, isto é, avaliar aspectos ambientais antes que sejam gerados impactos ambientais e custos. Este sucesso inspirou na década de 80 uma série de outros casos de “Prevenção a Poluição” em empresas que desejavam utilizar a questão ambiental para aumentar o desempenho e promover seu negócio (UNIDO / UNEP, 2011).

Já na década de 80 se deu o início do desenvolvimento acadêmico da Prevenção a Poluição (HUISINGH; BAILEY, 1982). A poluição era vista pelos pesquisadores como um sintoma de ineficiência dos processos assim a proposta da Prevenção a Poluição visava usar a poluição como indicador para rastrear ineficiências de

processo. Apesar da perspectiva de antecipar impactos, a geração de resíduos nos processos era considerada inevitável e devia ser minimizada ao máximo (ROYSTON, 1982).

A partir tanto dos casos de sucesso quanto dos prejuízos constatados para uma legislação focada no tratamento a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) passou a divulgar a Prevenção a Poluição como uma maneira de valorizar a questão ambiental nas empresas (HUISINGH e BAILEY, 1982; UNIDO / UNEP, 2011). Assim em 1990 foi sancionado pelo governo americano o *Pollution Prevention Act* que confirmou a prevenção como estratégia desejável para gestão ambiental nas empresas. Também em 1990, em Cantembury, no primeiro seminário de alto nível (“high level seminar”) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) foi criada a terminologia “Produção mais Limpa” (P+L) inspirada na “Prevenção a Poluição” (UNEP, 2002).

O surgimento das diferentes estratégias de gestão ambiental é ilustrado na figura 2 na qual é possível observar uma criação inicial de estratégias de gestão ambiental com característica operacional, transcendendo para a escala da empresa como um todo e posteriormente atingindo uma macro escala.

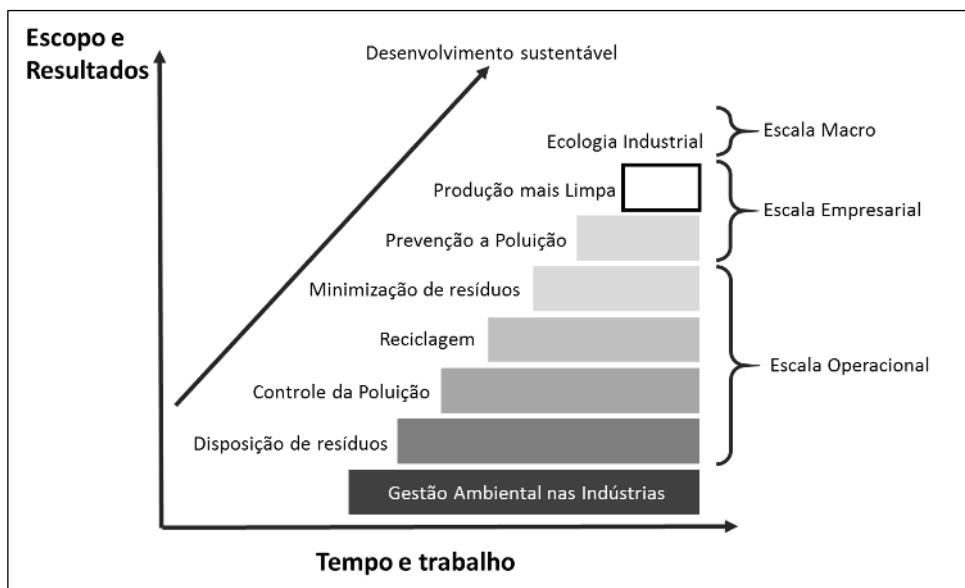


Figura 2 - Escada de conceitos de Gestão Ambiental (Adaptado de Nilsson et.al 2007)

Divido a estas iniciativas, no início da década de 90 a gestão ambiental vivenciou rápidos avanços marcados pela Publicação da “BS 7750 *Specification for Environmental management systems*” pela *British Standards Institution* (BSI) que inspirou a série ISO 14000 em 1996 (GUPTA, 1995). Também a conferência Rio 92 que fortaleceu a P+L desencadeando trabalhos posteriores para sua disseminação global (UNIDO / UNEP, 2011).

Hoje, Prevenção a Poluição e Produção mais Limpa são termos semelhantes que se diferenciam por dois principais fatores (UNIDO / UNEP, 2011):

- **Ocorrência geográfica:** Prevenção a Poluição é mais comum nos Estados Unidos enquanto Produção mais Limpa é o principal termo nos demais países.
- **Abrangência:** Produção mais Limpa inclui redução riscos e impactos no ciclo de vida do produto indo além do escopo empresarial inicialmente utilizado pela Prevenção a Poluição.

A definição mais aceita para a P+L é a elaborada pela UNIDO, transcrita a seguir:

Produção Mais Limpa é definida como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência global e reduzir os riscos para a vida humana e para o ambiente.

Em processos de produção, a Produção mais Limpa aborda a redução do consumo de matérias-primas e energia, a eliminação de matérias-primas tóxicas e a redução do volume e toxicidade dos resíduos e emissões.

No desenvolvimento de produtos, a Produção mais Limpa aborda a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto: desde a extração da matéria-prima até o descarte final.

Em serviços, produção mais limpa aborda a incorporação de considerações ambientais na concepção e prestação de serviços (UNIDO / UNEP, 2011).

A partir desta definição é possível verificar que a P+L, apesar de ser uma estratégia de gestão ambiental, está comprometida com a eficiência global através da

prevenção de impactos. Além disso a abrangência da definição compreende processos de produção, desenvolvimento de produtos e serviços

Além da definição dos conceitos, o início da década de 90 também foi apenas essencial para a sua disseminação global. Especialmente após a aprovação do *Pollution Prevention Act* foram criados os Centros de Prevenção a Poluição com o papel inicial de realizar uma série de estudos de caso de Prevenção a Poluição para serem usados para disseminar sua prática através da publicação de compilações de estudos de caso (EPA, 2001; UNIDO / UNEP, 2011). Esses centros foram estabelecidos como unidades de projeto dentro de regulatory offices, ONGs ambientais e universidades. Paralelamente na Europa começaram parcerias para o estabelecimento de Centros de Produção mais Limpa (*Cleaner Production Centres - CPCs*) estimulados pelas reuniões preparatórias para a Rio 92, Earth Summit. Durante a Rio 92 foi incluída na Agenda 21 a criação de Centros Nacionais de Produção mais Limpa (*National Cleaner Production Centres NCPs*) (UNIDO / UNEP, 2011).

A história da P+L no Brasil também foi marcada pela implantação em 1995 do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) dentro do Senai do estado do Rio Grande do Sul, atuando como NCP (UNIDO/UNEP, 2011). O centro foi fundado com objetivo de promover a P+L no país através de capacitações, busca de fontes de financiamentos, assessoria técnica. Tão importante quanto os serviços prestados pelo CNTL são as parcerias com outras instituições para disseminação da P+L, dentre as suas parcerias se destacam a com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), com o Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e com o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) (UNEP, 2002).

Compondo o ecossistema nacional para fomento da P+L encontram-se as legislações ambientais bem como as agências ambientais estaduais. Dentre as legislações apesar de ainda predominar uma abordagem de controle da poluição, já existe a tendência de estimular a prevenção de impactos através de planejamento estratégico nas empresas como é o caso da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa lei exige das empresas um planejamento estratégico dos resíduos sólidos para a redução progressiva de sua geração. Assim, a P+L pode ser

incorporada como uma estratégia que permite a redução da geração de resíduos, tornando-se um meio de alcançar esse objetivo legal (BRASIL, 2010). As agências ambientais estaduais por sua vez, responsáveis pela regulação em nível estadual de todas as leis ambientais federais, também tem tido importante papel na disseminação da P+L. Algumas das principais ações dessas agências tem sido o registro de casos de sucesso e o incentivo da adoção voluntária da estratégia durante o licenciamento ambiental de empreendimentos (UNEP, 2002).

Apesar dos esforços para que a P+L seja uma estratégia disponível para a conquista de um desempenho operacional e ambiental superior ainda são encontradas barreiras externas e internas às empresas, conforme registrado na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Barreiras à P+L - 1 Fonte: UNEP 2002 Produção Mais Limpa na América Latina e no Caribe; 2 fonte manual UNIDO 2011 Orientação Como estabelecer e operar Centros de Produção Mais Limpa

| Tipo de Barreira | Barreiras |
|--|---|
| Barreiras Externas Predominantes na América Latina e Caribe ¹ | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromisso governamental • Falta de apoio legislativo • Falta de conhecimento sobre qualidade ambiental e falta de estrutura de fiscalização |
| Barreiras Internas Predominantes na América Latina e Caribe ¹ | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de interesse e participação limitada das indústrias • Dificuldades para investir • Falta de sensibilização e formação • Pouca capacidade financeira para investimento • Falta de conhecimento e pesquisa sobre tecnologias e alternativas apropriadas • Falta de coordenação entre as partes envolvidas |
| Barreiras Gerais ² | <ul style="list-style-type: none"> • Resistência à mudança • Falta de informação, experiência e formação adequada • Falta de comunicação dentro das empresas • Pressão para investimentos de curto prazo • Percepção de risco • Dificuldade no acesso a tecnologias mais limpas • Sistemas de contabilidade que não conseguem quantificar os custos e benefícios ambientais • Dificuldade ao acesso financiamento externo |

- Fracasso das abordagens regulatórias existentes
- Incentivos econômicos perversos (subsídio de energia, água ou combustíveis)

Dentre as barreiras à P+L o Brasil ainda se assemelha aos demais países latino americanos que em geral não dispõem de legislação específica, porém tanto a o comprometimento governamental quanto o conhecimento da qualidade ambiental associado a fiscalização da legislação ambiental variam nos diversos estados da federação brasileira. Em cada estado as empresas vão obter maior ou menor apoio público para vencer as barreiras internas que são por sua vez configuradas de acordo com as várias características da empresa, e.g. porte, setor, condições de mercado, etc (UNEP, 2002).

Apesar dos fatores que se opõem a P+L, o desafio de colocar em prática a estratégia é aceito pelas empresas que são capazes de identificar ganhos para seu negócio. Em os benefícios mais amplamente divulgados para a P+L são (EPA, 2001):

- Melhoria da segurança do trabalhador;
- Redução dos custos de operação;
- Aumento da produtividade;
- Proteção do meio ambiente;
- Redução do risco de recebimento de multas relacionadas à poluição;
- Melhoria contínua do desempenho;
- Conservação dos recursos naturais;
- Melhoria da imagem da empresa;

Afim de conquistar os benefícios trazidos pela P+L é importante que não apenas sejam vencidas as barreiras internas e externas, mas também que a P+L seja estruturada para alcançar os benefícios especificamente almejados pela empresa.

Conseqüentemente, é importante que, para uma implantação bem-sucedida, que a P+L não seja adquirida como uma solução pronta, mas que esteja adaptada ao contexto da empresa, podendo se beneficiar diretamente da estrutura de planejamento de outros sistemas da empresa (EPA, 2001). Um exemplo apontado na literatura é a implantação da P+L para preparação da implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) ou para cumprimento dos objetivos estabelecidos por um SGA já implementado (UNEP, 1995; EPA, 2001). Também os sistemas de qualidade são apontados como suporte viável para uma customização da implantação da P+L que pode ser associada a modelos de excelência em qualidade ou relacionada a práticas específicas como o six sigma (EPA, 2001).

Apesar de a integração a outras estratégias de gestão ser apontada tanto como uma barreira quanto como um fator crítico de sucesso existem poucos estudos relacionados a esta questão. Esta integração seria favorecida pela migração da P+L de atribuição exclusiva de especialistas em meio ambiente para uma inserção *core business* das empresas (EPA, 2001).

2.3 INTEGRAÇÃO ENTRE O *LEAN* E A PRODUÇÃO MAIS LIMPA

As referências históricas apresentadas nas subseções anteriores levam a constatação de que grande parte do desenvolvimento do *Lean* e da P+L aconteceu na mesma época fazendo com que as duas estratégias compartilhem fatores contextuais. Este paralelismo no desenvolvimento das estratégias pode ser observado na figura 3, na qual podem ser destacados elementos comuns como a origem empírica e divergentes como a predominância do *Lean* na prática e a forte presença de órgãos políticos na história da P+L.

Não coincidentemente duas das principais publicações do início do desenvolvimento do *Lean* e da P+L mencionam o seguinte ditado:

“A necessidade é a mãe da invenção.” (OHNO, 1997; HUISINGH; BAILEY, 1982)

Essa frase faz referência às origens empíricas tanto do *Lean* na Toyota quanto da P+L na 3M. E justo uma narrativa de descobertas empíricas marcam o início do livro de Romm (1994) que iniciou a proposição de uma integração entre as estratégias de gestão “*Lean e CLean*”. O autor descreve o caso da agência dos correios da cidade de Reno nos Estado Unidos que, após um projeto de eficiência energética e iluminação, passou a ter o sistema de separação de cartas mais rápido do oeste americano sem trocar qualquer equipamento ou funcionário. No caso a melhoria visando a eficiência energética melhorou também a capacidade de enxergar dos funcionários separadores de correspondências fazendo com que estes passassem a separar as cartas mais rapidamente. Como consequência a agência se destacou entre as outras agências pela velocidade de separação das correspondências. Neste caso não se trata nem de *Lean* nem da P+L, mas sim de uma melhoria ambiental impactando diretamente o tempo, variável central no *Lean*.

A gestão “*Lean e Clean*” é proposta como uma abordagem integrada que visa a redução de desperdícios (*Lean*) e desperdícios de recursos (Gestão Ambiental). O autor é categórico em afirmar:

“A razão pela qual a Produção Enxuta (*Lean*) é compatível com Produção mais Limpa é que ambas tem o mesmo objetivo: reduzir sistematicamente os desperdícios” (ROMM, 1994).

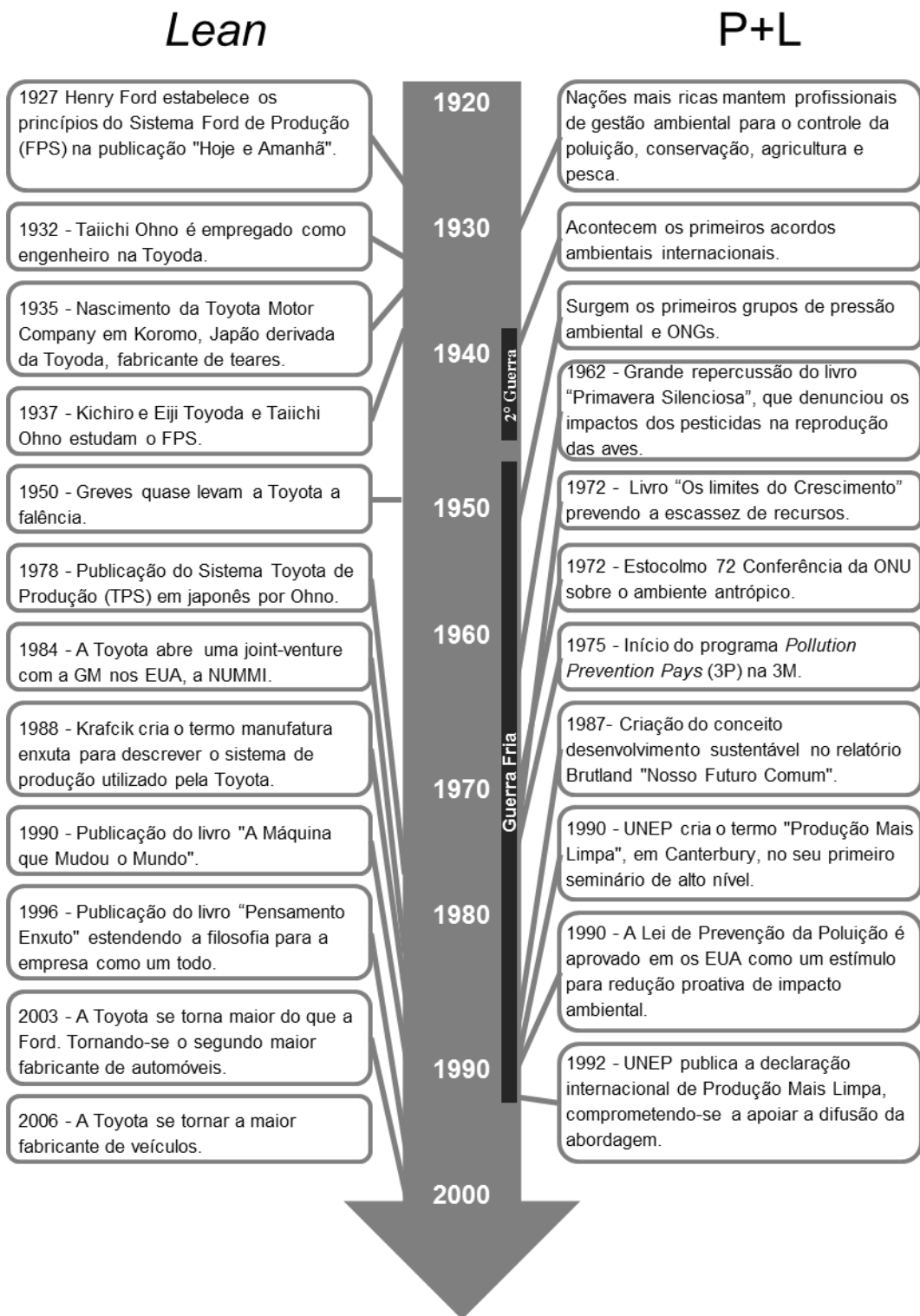


Figura 3 - Desenvolvimento histórico paralelo entre o *Lean* e a P+L

Romm (1994) critica que quando um sistema de produção é transferido para outra empresa, dificilmente é levada a filosofia que produziu aquele sistema, ficando a implementação excessivamente voltada para as práticas. As práticas são, nesse contexto, atraentes, pois são facilmente replicáveis e levam a resultados mensuráveis. Contudo essas práticas estão inseridas em um contexto de melhoria contínua no qual se a existência do elemento “filosofia” as ferramentas podem ser tornar “engrenagens mortas” levando a resultados desconectados e divergentes que por sua vez causam frustração e abandono do projeto de melhoria.

Para evitar a aplicação de práticas sem suporte de um conjunto de princípios é proposta a aplicação da gestão *Lean* e *CLean* segundo uma lógica sistêmica, dentro da qual a integração das estratégias seria capaz de solucionar conflitos sistêmicos.

A medida que a o *Lean* se disseminou mundialmente foi reforçada a percepção de que a melhoria de processo é capaz de trazer impactos positivos para o meio ambiente (ROMM, 1994; EPA, 2003; FLORIDA, 1996). Por exemplo a diminuição de espaço de estocagem diminui gastos com iluminação e aquecimento ou resfriamento do ambiente. O entusiasmo pela percepção destes benefícios fez com que alguns autores sugerissem que o *Lean* seria suficiente para atender a demanda por redução de impacto nos processos produtivos (BERGMILLER e MCCRIGHT, 2009 a).

Contudo, outras pesquisas indicaram a existência de conflitos entre o *Lean* e Gestão Ambiental (ROTHENBERG; FRITS; MAXWELL, 2001; EPA, 2003). Rothenberg, Frits e Maxwell (2001) observaram a possibilidade de uma interferência negativa do *Lean* no desempenho ambiental relacionado a emissões gasosas. E ainda seguindo a estratégia da observação do desenvolvimento empírico das estratégias de gestão, a EPA deu início a uma série de estudos de caso com intuito de observar a relação entre o *Lean* e o desempenho ambiental (EPA, 2000; EPA, 2007; EPA, 2003). Como destaque na conclusão destes estudos de caso se encontra a sugestão de que o *Lean* pode ser aproveitado para produzir mais melhorias ambientais através da solução de seus pontos cegos, identificados como (EPA, 2003):

- As práticas do *Lean* não identificam explicitamente poluição ou risco ambiental como desperdícios, para que sejam alvos de esforços para eliminação.

- Em muitas organizações o pessoal ambiental não se encontra bem integrado em iniciativas operacionais para melhorias, levando a gestão ambiental a operar em um universo paralelo à implementação do *Lean*.
- Toda a riqueza de informações a respeito da minimização de desperdícios ambientais e P+L desenvolvida ao longo das últimas décadas pela academia e instituições governamentais não chega rotineiramente às mãos do pessoal de *Lean*.

Outra conclusão do mesmo trabalho ressalta uma barreira para integração entre o *Lean* e Gestão Ambiental, afirmando que o *Lean* experimenta dificuldades legais para tornar os processos ambientalmente sensíveis mais flexíveis, bem dimensionados e móveis. Esses processos ambientalmente sensíveis incluem principalmente: gestão do ponto de uso de produtos químicos, tratamento químico, acabamento de metais, pintura e recobrimento e limpeza e remoção de gordura de peças. As barreiras em relação a estes processos se dão sob a forma de atrasos e incertezas, quando os requisitos legais não contemplaram soluções preparadas para mudanças operacionais, deslocamento e dimensões adequadas. Com isso as empresas se veem frequentemente em dilemas que as colocam entre o não cumprimento de requisitos legais ambientais ou o abandono de melhorias (EPA, 2003).

A observação das barreiras para a integração entre o *Lean* e a Gestão Ambiental tem o papel de criar uma consciência para a aplicação íntegra das estratégias. Essa integração por sua vez faz com que sejam reveladas novas perspectivas para o desempenho ambiental e operacional que pode ser buscado utilizando o *Lean* como plataforma sistêmica para implantação da P+L. Visando direcionar as empresas para o sucesso nessa integração são feitas as seguintes recomendações (EPA, 2003):

- trabalhar com especialistas em *Lean* para identificar pontos cegos entre *Lean* e Gestão Ambiental;
- desenvolver projetos piloto para atingir redução de desperdícios a P+L incorporando explicitamente a variável ambiental e suas práticas;
- usar projetos piloto para esclarecer áreas específicas de incertezas a respeito dos requisitos legais ambientais e melhorar a capacidade de resposta a estes requisitos durante a implantação do *Lean*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RBS)

Nesta seção se encontram reunidos todos os elementos de preparação, aplicação da RBS bem como seus resultados. Primeiramente é feita a definição do método na subseção 3.1 e em seguida o planejamento do método é descrito na seção 3.2. O detalhamento da condução da RBS é representado na subseção 3.3 e os resultados apresentados na seção 3.4, que contém os itens estado da arte, convergências e divergências e fenômeno compartilhado.

3.1 MÉTODO

O método RBS pode ser definido como a aplicação de estratégias científicas que limitam a tendenciosidade no agrupamento sistemático, avaliação crítica e síntese de todos os estudos relevantes sobre um tema específico (COOK; SACKETT; SPITZER, 1995).

As revisões sistemáticas diferem das tradicionais revisões narrativas através da adoção de um processo replicável, científico e transparente, em outras palavras, uma tecnologia detalhada, que tem o objetivo de minimizar o viés através de pesquisas exaustivas de literatura de estudos publicados e não publicados que fornecendo uma possibilidade de auditoria das decisões dos revisores, seus procedimentos e conclusões. (COOK; MULROW; HAYNES, 1997). Na prática, o método difere da revisão bibliográfica narrativa por seguir uma sequência de passos metodológicos bem definidos, registrados aprioristicamente em um protocolo. Como outros métodos científicos, a RBS responde a uma questão de pesquisa pré-definida. A partir da montagem de um banco de dados relevante, é possível fazer o cruzamento sistemático de evidências e encontrar padrões, proporcionando descobertas apenas possíveis através da reunião das contribuições de diversas fontes (BIOLCHINI *et al.*, 2005).

Há razoável consenso sobre as etapas do método RBS que podem ser descritos como (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003):

- **Planejamento da RBS:** em conjunto com especialistas determinar um protocolo de RBS como um registro das decisões de planejamento da pesquisa.
- **Condução da RBS:** realização de buscas de combinações de palavras chave de modo não tendencioso e execução do restante do protocolo para tratamento das informações.
- **Comunicação dos resultados:** apresentar a sintetização de base extensiva de dados primários.

3.2 PLANEJAMENTO DA RBS

O planejamento da RBS é registrado no protocolo de RBS, que, por sua vez, funciona como o conjunto de regras e passos que delimitam o método e o tornam replicável. O protocolo é apresentado na íntegra no apêndice A. A figura 4 representa os principais elementos de sua.

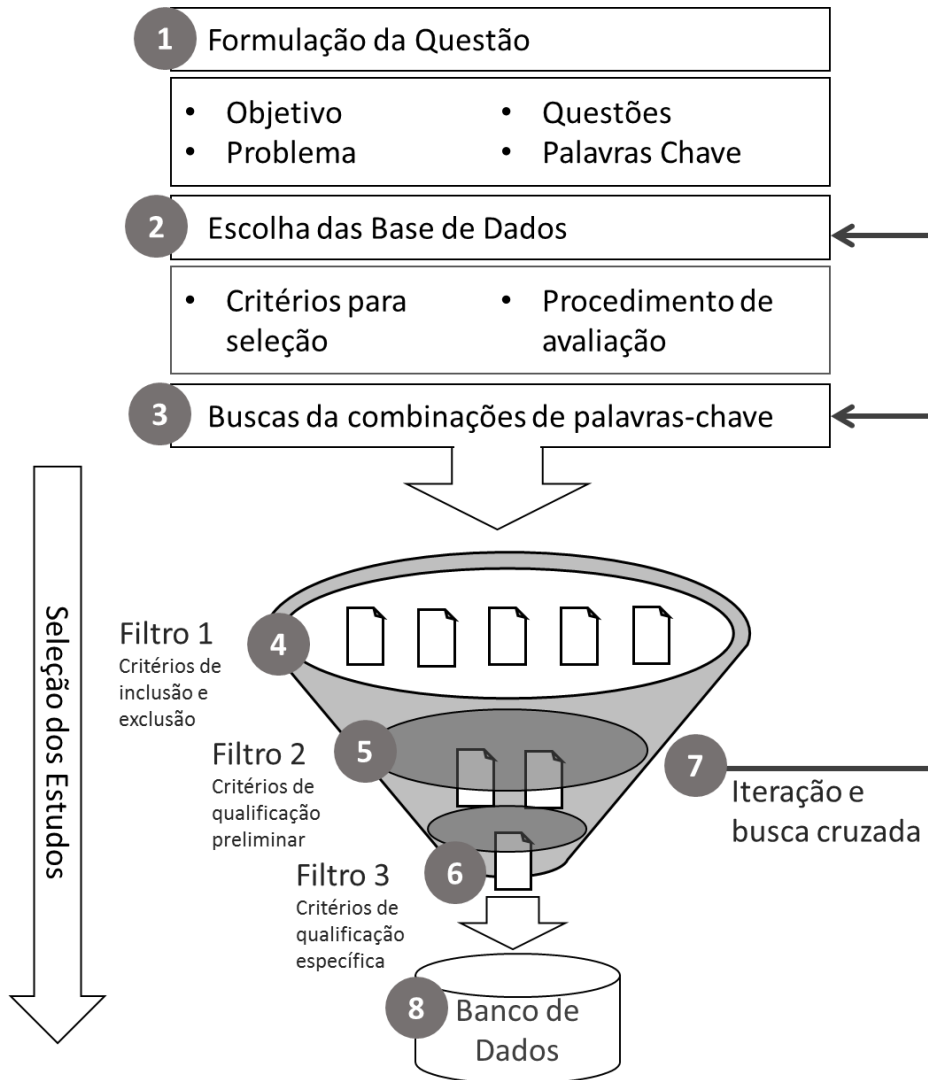


Figura 4 - Procedimento da Revisão Bibliográfica Sistemática

Fonte: (CONFORTO, AMARAL e SILVA, 2011)

É possível observar na figura 4 que o protocolo se inicia na etapa representada pelo número 1, Formulação da Questão, momento da RBS em que são definidas as condições necessárias para sua realização. Nessa etapa é descrito seu objetivo, são propostos o problema e a questão de pesquisa, e é feita uma revisão de literatura preliminar que fornece as palavras chave para as buscas. Em seguida, são escolhidas as bases de dados (número 2 da figura 4) com critérios definidos e procedimento de avaliação preliminar. Na etapa de buscas (número 3 da figura 4), as palavras chave são combinadas através de operadores lógicos em vetores de busca (*search strings*), que são, por sua vez utilizadas em cada base de dados selecionada na etapa anterior. Do número 4 ao número 6 da figura 4 são propostas

três filtragens, cada uma utilizando um software específico, conforme descrito abaixo:

- **Filtro 1:** tem por objetivo separar os estudos que tratam de *Lean* e P+L de estudos que não pertencem a estes temas, através da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão (estar na língua inglesa; disponibilidade de arquivo completo para download; exclusão de duplicatas; aceitação de todos os tipos de estudos - artigos em periódicos, relatórios e publicações de conferências; tratar do relacionamento entre P+L e *Lean* em algum nível). Além disso, também é garantida a exequibilidade das fases posteriores da pesquisa a medida que são selecionados estudos capazes de serem acessados e em língua inglesa.
- **Filtro 2:** é o primeiro filtro onde o conteúdo é analisado. Neste filtro são obtidas informações úteis para a separação do banco de dados em vários agrupamentos distintos, através de combinação dos critérios de qualificação preliminar (método de pesquisa; tipo de documento; local de origem do estudo; setor; objetivo do estudo – descrição disponível no protocolo Apêndice A). Outra utilização desta filtragem está em possibilitar análises diversas sobre a produção de conhecimento científico e prático sobre a relação entre *Lean* e P+L.
- **Filtro 3:** tem por objetivo aplicar os critérios de qualificação específica que dizem respeito aos elementos de integração entre *Lean* e P+L, que são as convergências e divergências e o fenômeno compartilhado. Para fazer essa filtragem são utilizados os agrupamentos de artigos produzidos no filtro 2.

No número 7 da figura 4 está representada a iteratividade do procedimento de RSB, que pode tanto obter novos estudos através de citações feitas por estudos selecionados como alterar outras partes do protocolo. No caso deste trabalho, a iteratividade do método propiciou a adição de uma nova base de dados, o site da EPA, que depois de referenciado por artigos selecionados se mostrou uma importante fonte de estudos relevantes.

O Banco de Dados, representado pelo número 8 na figura 4, é a compilação dos estudos selecionados nos filtros 1, 2 e 3.

3.3 CONDUÇÃO DA RBS

Durante a RBS as decisões tomadas em cada etapa alteram a quantidade de estudos dentro do processo de revisão. Na tabela 3 é possível observar as quantidades de estudos ao longo da RBS.

Tabela 3 - Quantidade de estudos por etapa da RBS

| Passo da RBS | Número de estudos |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Buscas | |
| Web of Knowledge | 130 |
| Scopus | 386 |
| Eng. Village | 213 |
| Proquest | 189 |
| Total Bruto | 918 |
| Filtro 1 | |
| Total acessado | 595 |
| Total sem duplicatas | 390 |
| Arquivo disponível | 90 |
| Total Seleccionados | 37 |
| Filtro 2 | |
| Filtro 1 - selecionado | 17 |
| Referências Cruzadas | 53 |
| Referências Cruzadas selecionadas | 43 |
| Total | 60 |
| Filtro 3 | |
| Estudos de caso EPA e teses | 22 |
| Total analisado | 38 |

A execução da RBS se iniciou com as buscas nas diferentes bases de dados, representadas na tabela 3, estas buscas encontraram um total de 918 estudos. A partir deste montante, a pesquisa foi refinada na própria base de dados, ficando restrita aos estudos de língua inglesa e que pudessem ser acessados.

No filtro 1 houve possibilidade de acessar 595 estudos, estes tiveram seus arquivos de citação baixado para filtragem a partir da leitura dos campos título, resumo e palavras chave. O passo seguinte foi a remoção de duplicatas, uma vez que o banco de dados das bases apresenta intersecções. Esta remoção se deu no software Jabref, que é um gerenciador de citações bibliográficas. Dos 390 arquivos restantes, pode-se ter acesso ao texto completo de 90. Todo este subconjunto de 90 estudos com arquivo completo foi avaliado, e desses, 37 estudos foram selecionados por tratarem *Lean* e P+L em algum nível.

No filtro 2 foi primeiramente avaliado o grau de aderência ao tema “integração entre *Lean* e P+L” em baixo, moderado e alto, sendo selecionados para continuidade da classificação apenas os estudos de moderada e alta aderência ao tema. Dessa forma foram excluídos os estudos que apenas mencionavam o *Lean* e a P+L, restando 17 estudos para a continuidade da análise. Este conjunto foi complementado com os estudos citados nos 17 estudos que foram considerados relevantes para o trabalho (referências cruzadas). Nesse grupo de estudos incluídos encontra-se toda a produção da EPA, que foi incluída como base de dados nesta etapa. As referências cruzadas foram submetidas aos mesmos critérios do filtro 1, sendo selecionados 43 estudos, compondo um total de 60 estudos no filtro 2.

No filtro 3 foram deduzidos os estudos de caso da EPA e teses. Os estudos de caso da EPA foram retirados por estarem relatados em relatórios de compilação e avaliação de casos, também inclusos no banco de dados. Caso semelhante foi o das teses de doutorado de Bergmiller e Rothemberg, que foram retiradas por terem seus resultados em artigos já inclusos no banco de dados. Desta forma, do total de 60 estudos provenientes do filtro 2, 38 estudos foram analisados no software NVIVO10.

Conforme afirmam Tranfield, Denyer e Smart, (2003) a RBS aplicada a área de gestão, em contraste com áreas como a medicina na qual a RBS se apoia majoritariamente em dados quantitativos, envolve grande quantidade de dados qualitativos. Para processar os dados qualitativos foi utilizada a técnica de codificação de informações qualitativas (MILES; HUBERMAN, 1994). Essa técnica consiste em selecionar trechos de informações qualitativas e aplicar códigos. O processo de codificação dentro do software NVIVO10 é ilustrado na figura 5 na qual um trecho do texto é selecionado e em seguida arrastado até seu código de destino “convergências”. Nesse caso todos os trechos que abordam convergências entre *Lean* e P+L, em todos os 38 estudos codificados, ficaram armazenados dentro do código (também chamado de nó) “Convergências”. Assim, toda essa informação fica isolada e foi processada novamente.

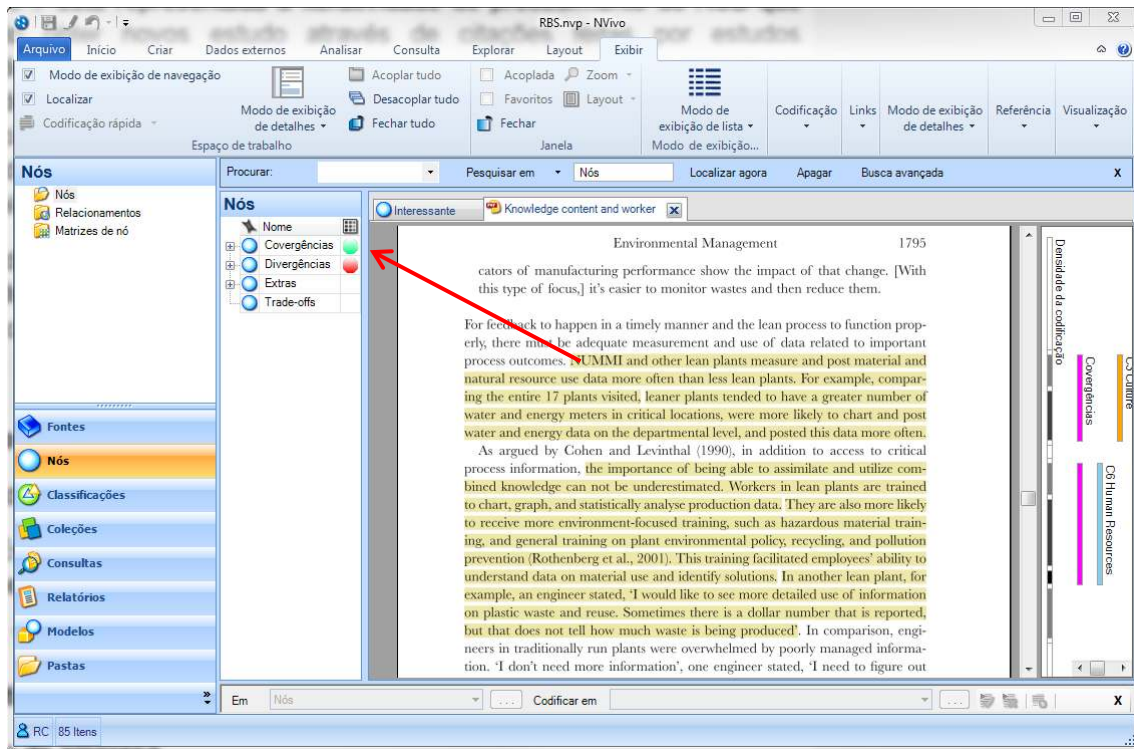


Figura 5 - Exemplo de codificação realizada no software NVIVO10

A informação dentro dos nós convergências e divergências foi recodificada através da criação de novos nós subordinados aos nós “Convergências” e “Divergências”. Essa codificação foi baseada em características semelhantes dos trechos avaliados. Por exemplo, após verificar que vários trechos repetiam que a integração entre *Lean* e P+L era prejudicada pela dificuldade de se aplicar *Lean* em processos nos quais muitos requisitos legais ambientais são aplicáveis foi criado o nó (ou código) “Requisitos Legais” dentro do nó “Divergências”. Após a condificação de Convergências e Divergências foi observada grande semelhança entre os nós criados que foram agrupados em 12 temas de integração, esse processo é decrito em detalhes na seção 3.4.1.

3.4 COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS

A seção “Comunicação dos resultados” é dividida em 3 tópicos. “Estado da Arte”, 3.4.1, que busca caracterizar o estatus da produção científica sobre a integração entre *Lean* e P+L. Em seguida os tópicos “Convergências e Divergências”, 3.4.2, e

“Fenômeno Compartilhado”, 3.4.3, trazem as informações extraídas do banco de dados da RBS sobre os elementos da integração entre *Lean* e P+L.

3.4.1 ESTADO DA ARTE

Para observar os 60 estudos obtidos no filtro 2, a figura 6 mostra os tipos de documentos dos estudos encontrados.

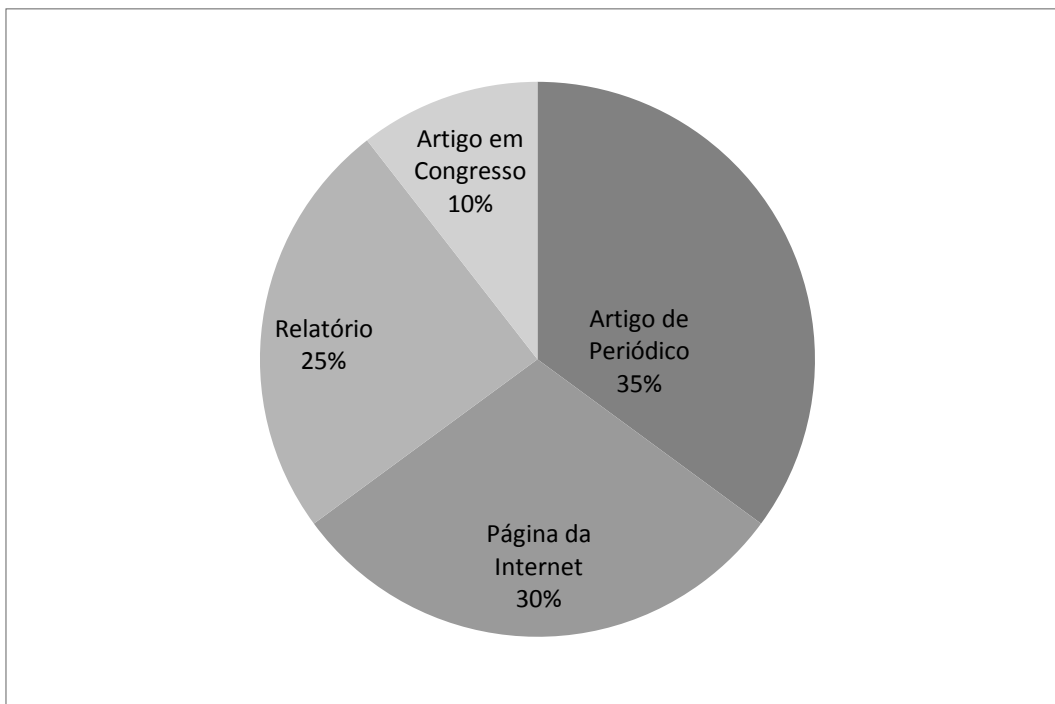


Figura 6 - Estudos por tipo de documento

Segundo a figura 6, a distribuição de estudos é relativamente homogênea, sendo a maioria artigos de periódicos. Vale ressaltar que os estudos em relatórios são todos provenientes da EPA e constituem documentos longos, com média de páginas superior a 100. Estes estudos apresentaram grande riqueza de dados que foram analisados no filtro 3. A distribuição temporal dos estudos pode ser observada na figura 7.

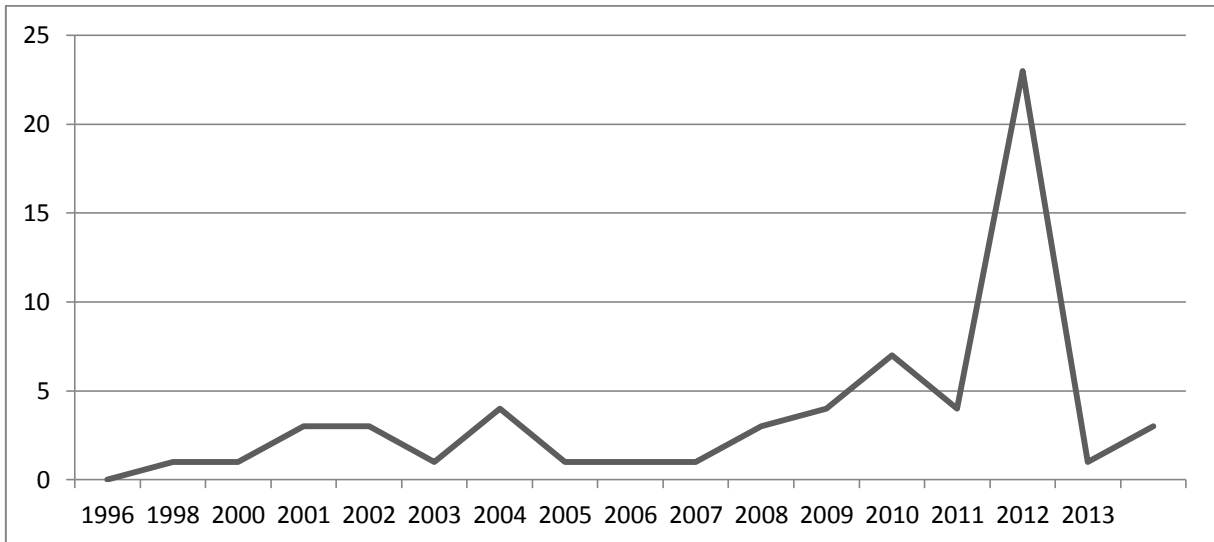


Figura 7 – Distribuição temporal dos estudos selecionados no filtro 2

Na figura 7 é possível observar que o número de estudos sobre os temas tem aumentado desde 2007. Possivelmente a queda no número de publicação nos anos de 2012 e 2013 se deve ao fato de que as buscas de artigos tiveram início no primeiro semestre de 2013, não abrangendo documentos ainda em análise ou em espera para publicação.

Dos 60 estudos do filtro 2, 27 eram artigos, somando artigos de congresso e artigos em periódicos. A figura 8 mostra a distribuição temporal desses artigos.

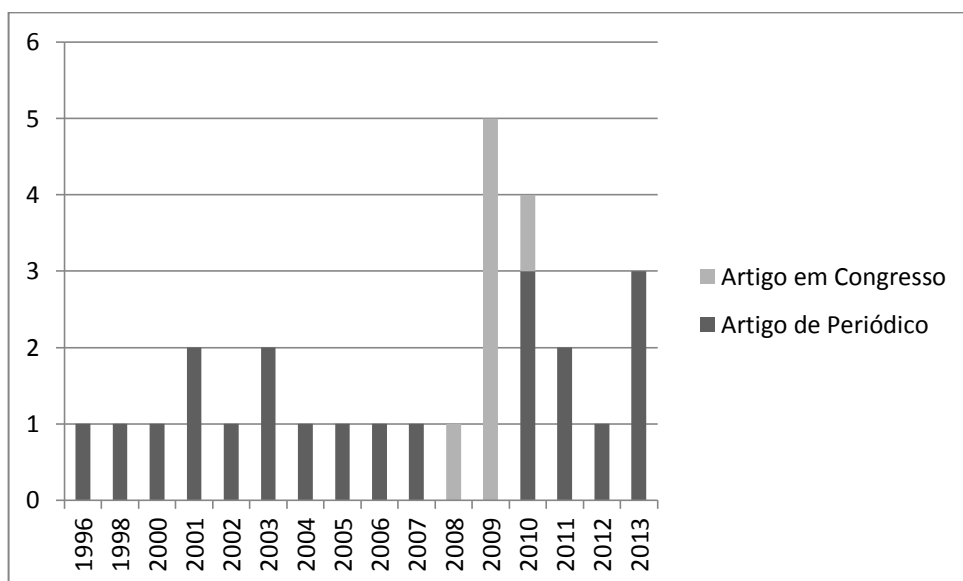


Figura 8 - Distribuição temporal dos artigos de periódico e congresso

É mostrado na figura 8 que o início do desenvolvimento da área foi marcado por artigos em periódicos seguido por artigos de congresso em 2008, 2009 e 2010,

mostrando certa renovação do estudo na área, que a partir desses anos passou a apresentar um maior número de publicações (figura 8).

A figura 9 mostra a distribuição desses artigos nos diferentes periódicos e congressos.

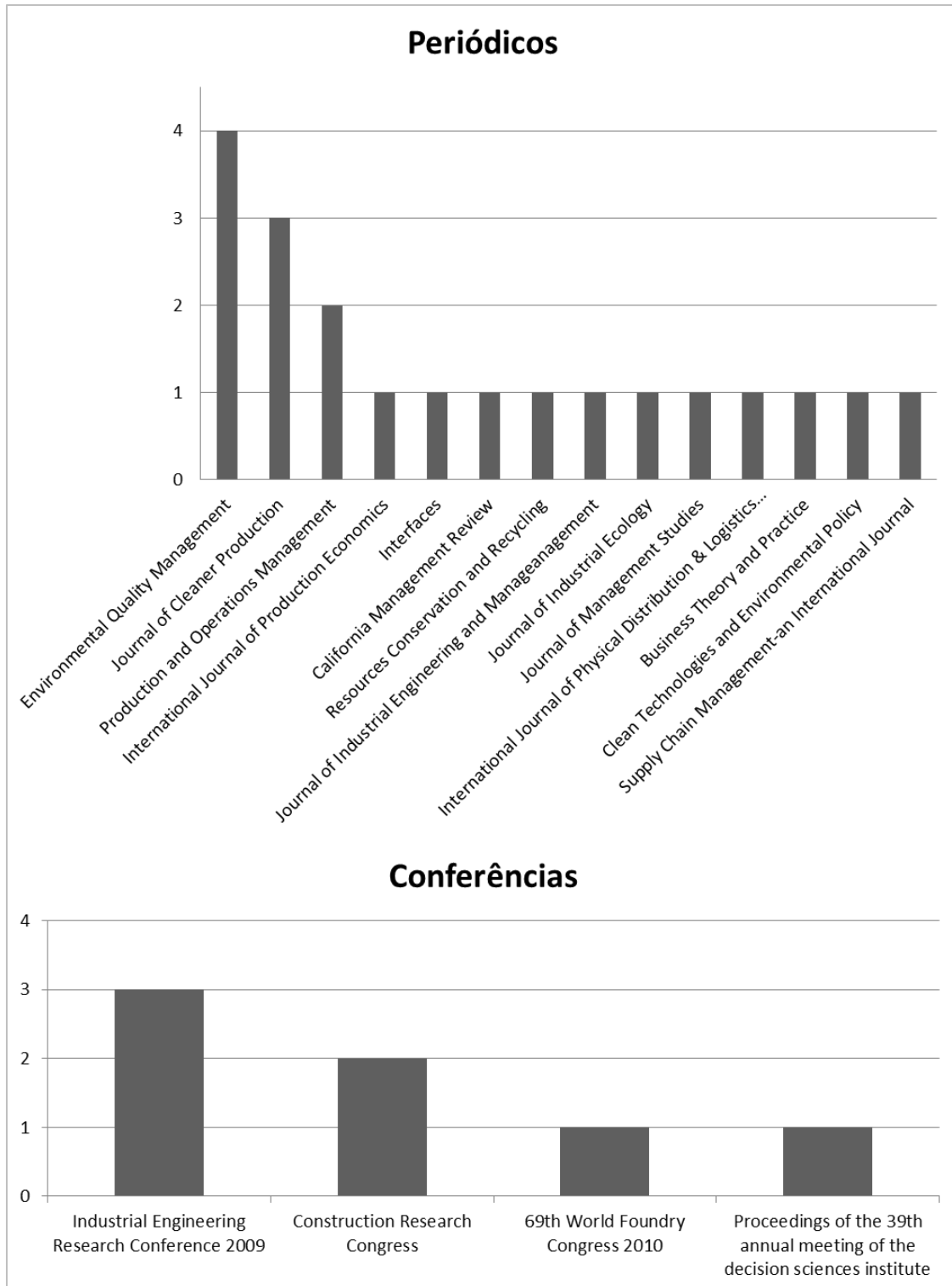


Figura 9 - Artigos em periódicos e conferências (filtro 2)

A Figura 9 mostra que não existe um periódico específico onde é possível se encontrar artigos sobre a integração entre *Lean* e P+L, o que pode ser atribuído ao fato de esse ser um tema que se encontra nos estágios iniciais de desenvolvimento. Os três periódicos mais recorrentes apresentam um quadro interessante sobre a integração, cada um com enfoque distinto: O *Environmental Quality Management*, periódico de temática ambiental mais voltado para a gestão e administração; o *Journal of Cleaner Production*, como periódico de temática ambiental voltado a engenharia; e o *Production and Operations Management*, como periódico de gestão de operações.

Dentre as conferências existe a predominância da *Industrial Engineering Research*, devido ao fato de ser o evento no qual um dos autores mais presentes na RBS, Bergmiller, publicou os 3 artigos frutos de seu doutorado. Também, nas conferências, é possível perceber a variedade de setores e áreas que podem se interessar pela integração *Lean – P+L*, como, por exemplo, a indústria da construção civil.

Os autores que mais presentes nos artigos estão relacionados na figura 10.

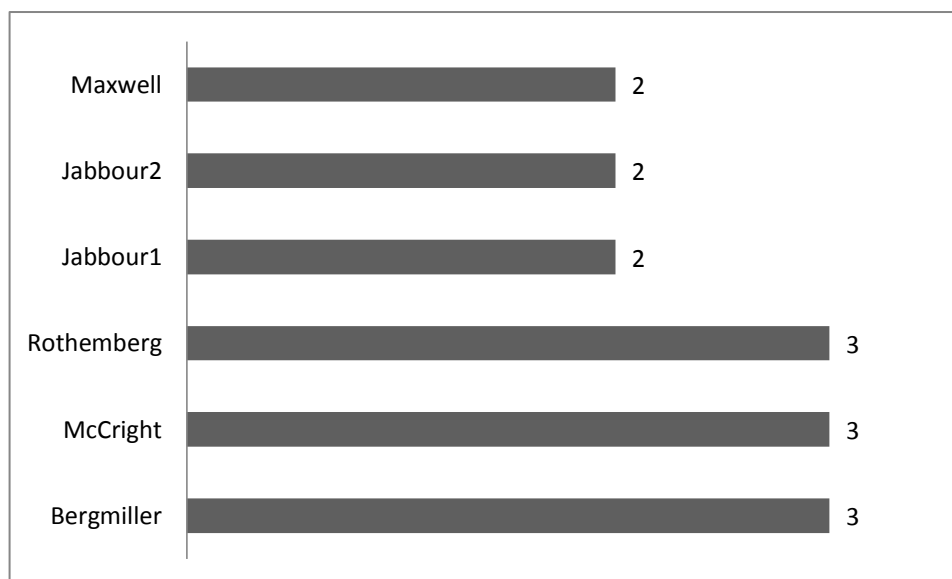


Figura 10 - Autores mais frequentes na RBS

Os autores mais frequentes da RBS são dois pesquisadores que fizeram doutorado sobre o tema, Rothemberg e Bergmiller. McCright é o segundo autor das 3 publicações de Bergmiller e os dois estão ligados a *University of South Florida* e a consultoria *Zero Waste Operations Consulting*. Tanto Rothemberg quanto Maxwell

são pesquisadores originários do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Rothemberg, após o doutorado, passa a se referenciar como pesquisadora do *Rochester Institute of Technology*. Com 2 artigos sobre o tema, aparece o casal de pesquisadores brasileiros Jabbour e Jabbour. Foram analisadas as instituições dos autores dos artigos, e estas foram classificadas entre origem prática e acadêmica, conforme a figura 11.

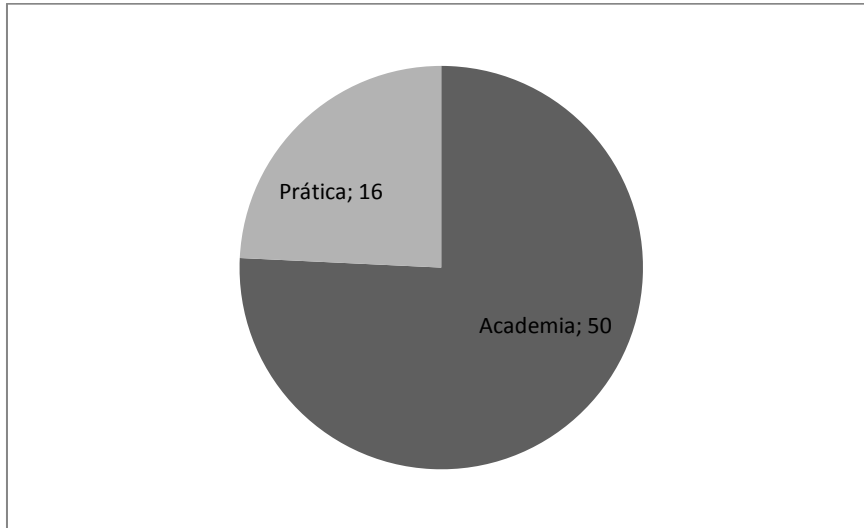


Figura 11 - Autores dos artigos oriundos da prática e academia

É possível observar que a maioria dos autores dos artigos eram de origem acadêmica, porém cerca de um quarto era de origem de empresas e institutos voltados a prática. Esse número de estudos de origem prática é somado aos estudos produzidos pela EPA voltados para prática, marcando uma forte presença da prática no desenvolvimento da integração entre *Lean* e P+L.

Outra possível análise dos artigos de periódicos e conferências é o número de citações recebidas. Esse dado é apresentado, de acordo com os tipos de estudos (método científicos utilizado), na Figura 12.

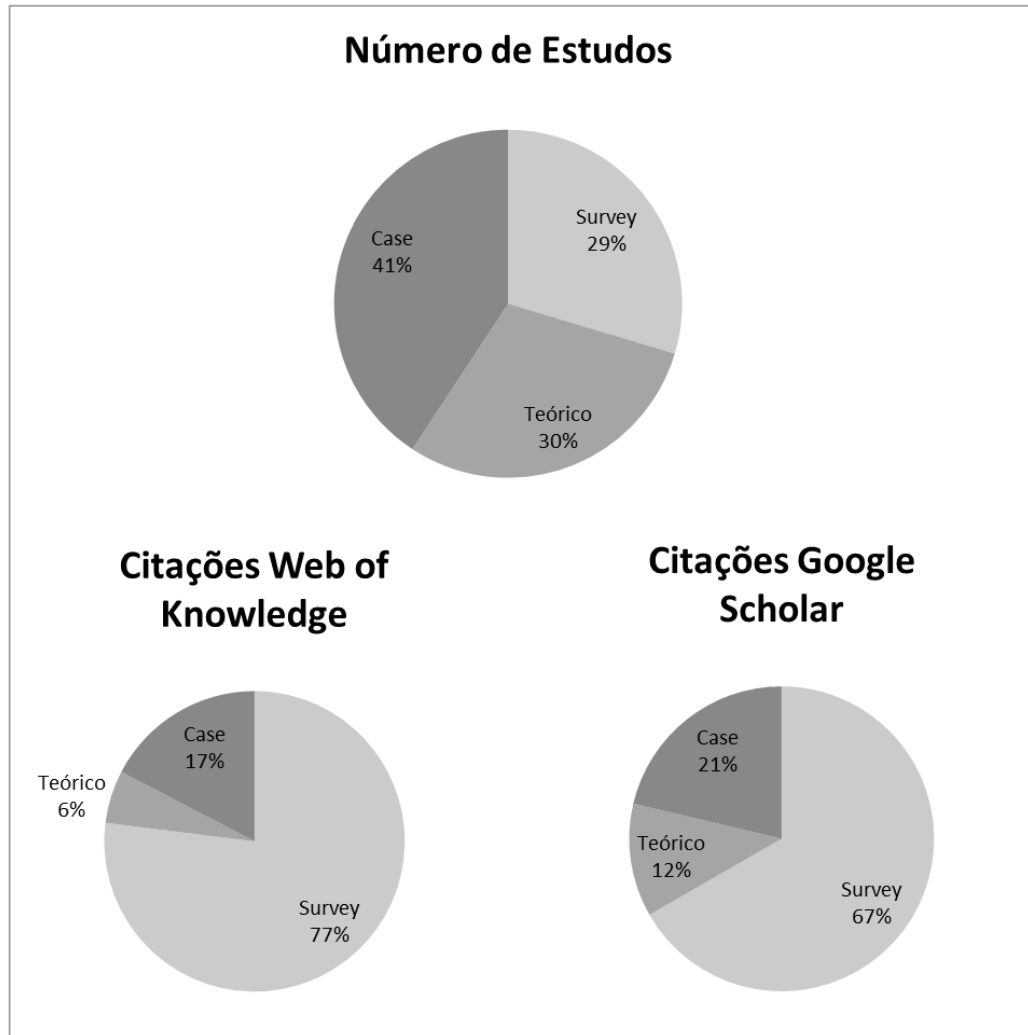


Figura 12 - Citações por tipo de estudo

Essa análise mostra que os artigos mais citados são aqueles cujo método de pesquisa é a *survey*, mesmo que os estudos estejam bem distribuídos em número entre os diferentes métodos.

Observando que as *surveys* representam os artigos mais citados, foi feita uma análise adicional avaliando os artigos que utilizaram *survey* segundo os estágios de desenvolvimento de uma inovação (BIRKINSHAW, HAMEL e MOL, 2008). Nessa análise foi constatado que todas as *surveys* tratam do estágio de motivação da inovação e gestão que seria integrar *Lean* e P+L. Nesse estágio, os esforços se concentram predominantemente no estudo das condições que levam as empresas a criarem uma inovação em gestão. No entanto, foram percebidas características da fase “Teorização e Rotulação”, a medida em que os autores usam termos como

“green manufacturing” e o lema “Lean is green” (JABBOUR *et al.*, 2012; FLORIDA, 1996). A tabela 4 resume os resultados apresentados para este objetivo.

Tabela 4 - Resumo dos resultados do estado da arte da integração entre *Lean* e P+L

| Resultado/Análise | Resumo |
|-----------------------------------|--|
| Estudos por tipo de documento | Distribuição equilibrada com maioria dos estudos sendo artigos de periódicos e páginas da internet |
| Distribuição temporal dos estudos | Aumento no número de estudos a partir de 2007 |
| Distribuição temporal de artigos | Aumento da publicação de artigos em congresso a partir de 2008 |
| Periódicos mais recorrentes | Ausência de um periódico com número discrepante de artigos. Os três periódicos mais frequentes foram: <i>Environmental Quality Management</i> (tema ambiental com foco em gestão), <i>Journal of Cleaner Production</i> (tema ambiental e foco em engenharia) e <i>Production and Operations Management</i> (tema gestão de operações) |
| Conferências mais recorrentes | Também nas conferências não foi possível observar uma preferência explícita. A conferência com mais publicação inclusas foi a <i>Industrial Engineering and Research</i> de 2009 na qual foram publicados os três artigos do autor Bergmiller. |
| Autores | Os autores mais frequentes são Rothemberg e Maxwell do MIT e Bergmiller e McCright da <i>University of South Florida</i> e <i>Zero Waste Operations Consulting</i> |
| Origem dos autores dos artigos | A maioria dos autores teve origem na academia porém cerca de 1/4 dos autores teve origem na prática o que somado ao volume de trabalhos produzidos pela EPA configura uma importante presença da prática na construção do conhecimento sobre a integração entre <i>Lean</i> e P+L. |
| Citações dos artigos | Tanto nas citações do Web of knowledge quanto nas pesquisadas do Google Acadêmico aparecem como mais citados os artigos cujo método científico era a <i>survey</i> |
| Estágio de inovação em gestão | Todas as <i>surveys</i> analisadas foram consideradas como representantes do estágio de motivação porém foram encontradas características de rotulção |

3.4.2 CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS

Conforme descrito anteriormente, essa etapa foi realizada através do filtro 3, utilizando o software NVIVO 10, o qual foi utilizado para codificação das convergências e divergências entre *Lean* e P+L. As figuras 13 e 14 demonstram a quantidade de informações extraídas a partir dos 38 estudos avaliados.

A distribuição das convergências e divergências entre os tipos de estudo (*Survey*, Estudo de Caso e Teórico) é representada na figura 13 e a distribuição das convergências e divergências segundo os tipos de documento é apresentada na figura 14. Nas duas figuras é representada a relação de três maneiras:

- 1) Contagem de referências de codificação: significa o número de códigos criados para cada categoria (convergência e divergência). Essa é uma medida da quantidade de trechos dos estudos extraídos e armazenadas em códigos;
- 2) Contagem de fontes codificadas: é a quantidade de estudos codificados para cada atributo. Essa medida permite observar a abrangência da codificação no banco de dados;
- 3) Contagem de palavras codificadas: representa o número de palavras extraídas para cada categoria avaliada. Esta é uma medida indireta de quantidade de informação fornecida por categoria avaliada.

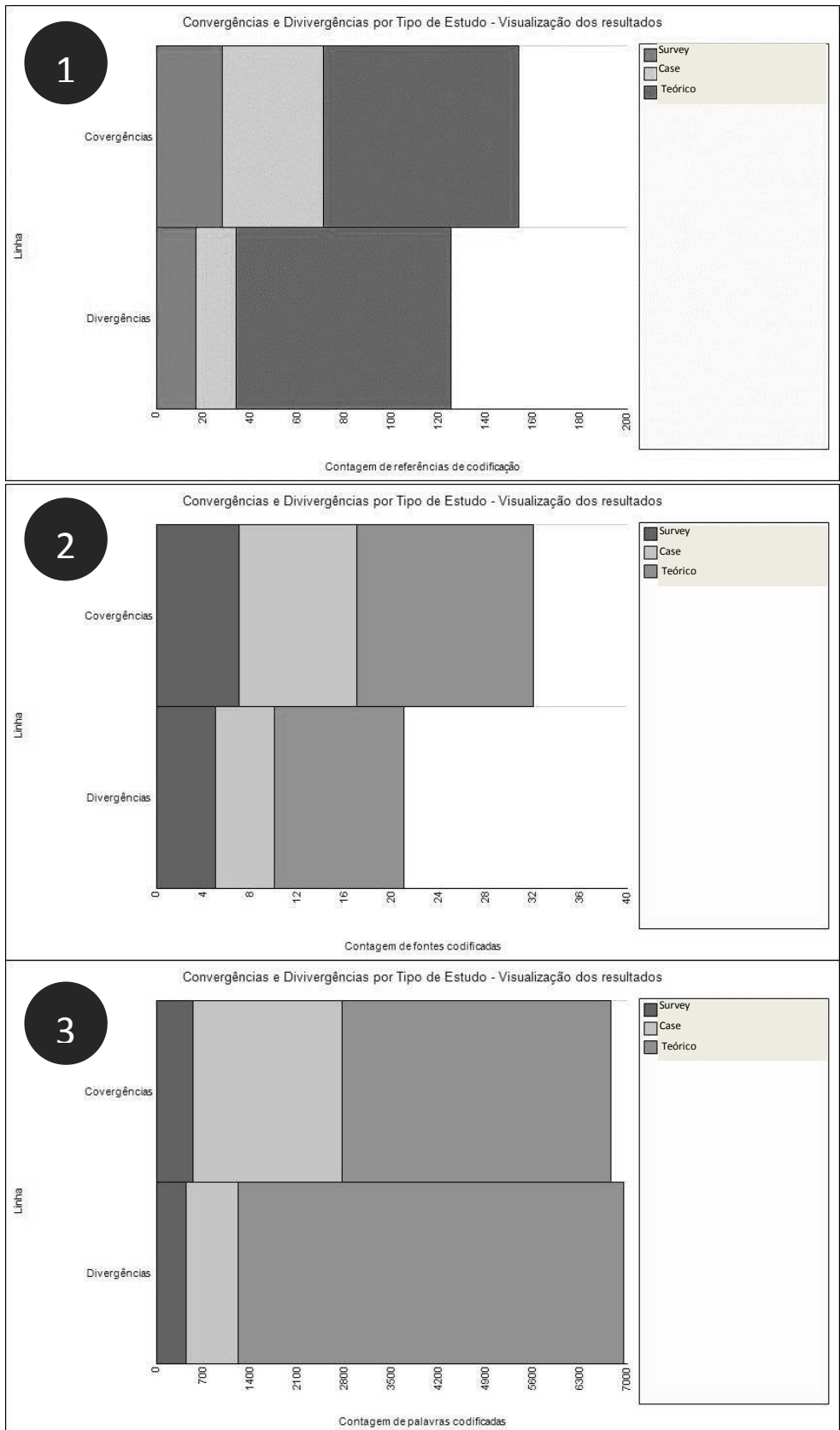


Figura 13 - Convergências e divergências por tipo de estudo

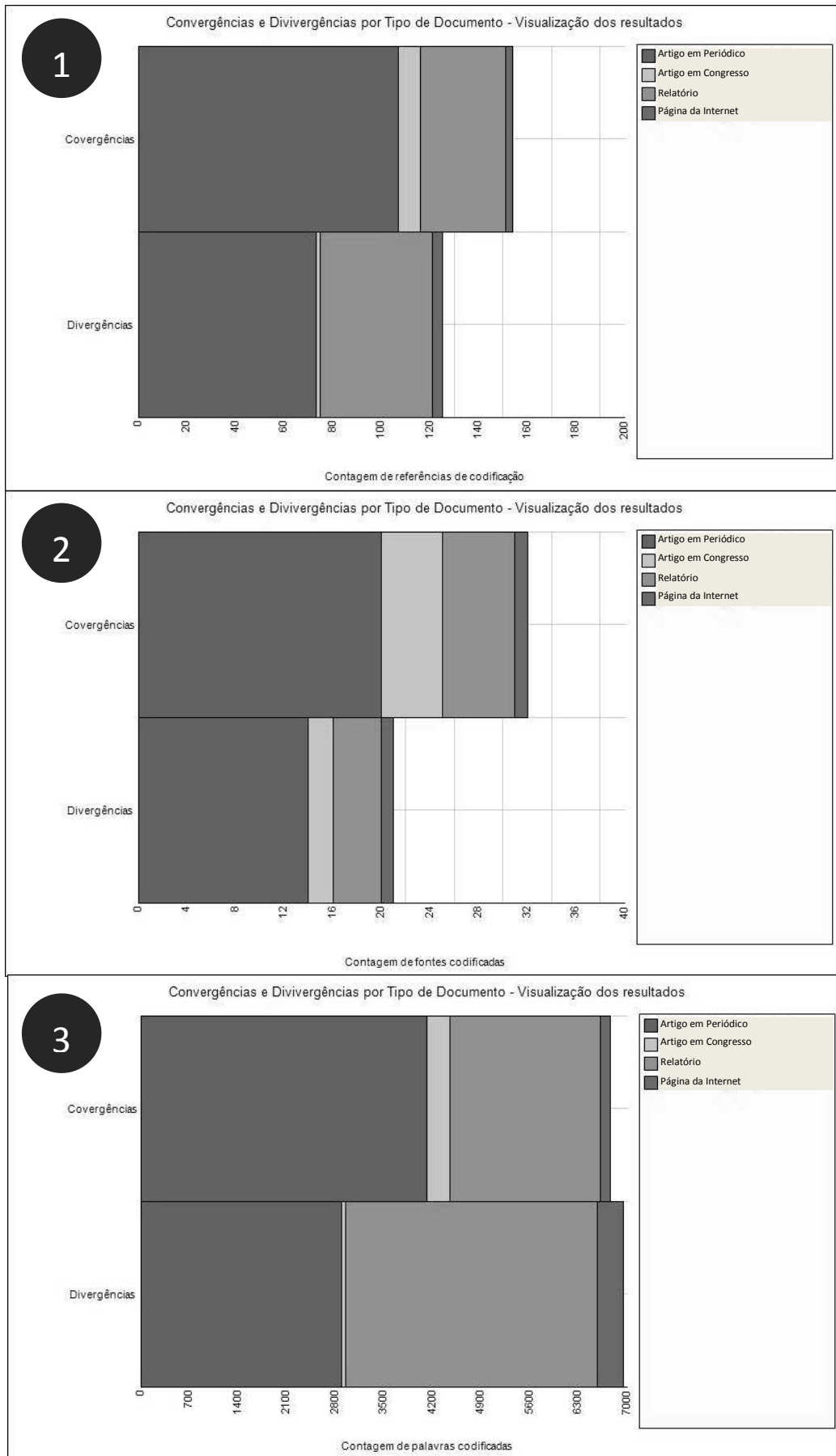


Figura 14 - Convergências e divergências por tipo de documento

Segundo os gráficos 1 das figuras 13 e 14, constata-se que mais códigos foram criados para convergência do que para divergência. Desses códigos, a maioria, tanto de divergência quanto de convergência, estava associada a estudos teóricos. Os demais códigos estavam bem distribuídos entre os estudos de caso e *survey*.

Esses códigos de divergência e convergência estavam majoritariamente em artigos de periódico e relatórios. Para convergência, certa quantidade de códigos de artigos de congresso foi obtida, sendo a maioria destes dos trabalhos de Bergmiller, que focam principalmente nas convergências.

Os gráficos 2 das figuras 13 e 14 mostram que uma quantidade maior de estudos gerou códigos de convergência, e cerca de dois terços dos estudos geraram códigos de divergências. O número de estudos é bem distribuído entre *survey*, estudo de caso e teórico, assim como na figura 13, porém a pequena diferença observada se deve a ausência de convergências e/ou divergências em alguns estudos. Conforme o gráfico 2 da figura 14, grande parte desses estudos que continham informações sobre a convergência e divergências entre *Lean* e P+L eram artigos de periódicos, estando os outros tipos de documento equilibrados.

As informações dos gráficos 3 das figuras 13 e 14 denotam que a quantidade de informações cadastrada como divergência é ligeiramente maior do que a quantidade de informações cadastrada em convergências. Segundo o gráfico 3 da figura 14, as informações de convergência e divergência provêm especialmente de estudos teóricos, porém em convergência existe uma participação mais expressiva dos estudos de caso. Já o gráfico 3 da figura 14 apresenta a primeira diferença entre a codificação de convergências e divergências. Segundo este gráfico, a maioria das informações de convergência foi encontrada em artigos de periódico, enquanto a maioria das informações de divergência foi encontrada em relatórios da EPA, seguidos por artigos de periódicos. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que a EPA, representando instituições ligadas à prática, teve mais preocupação em estudar divergências para permitir a integração das estratégias em empresas, enquanto a pesquisa acadêmica, salvo exceções, ainda não se concentrou o suficiente em estudar sistematicamente as diferenças entre as estratégias.

Aliado a esta falta de estudo sistemático das divergências está a generalização da gestão ambiental, que poucas vezes é representada como P+L, apesar desta

estratégia ser reconhecida tanto por membros da prática quanto da academia como sendo a mais adequada para integração com o *Lean* (EPA, 2003; ROTHENBERG; FRITS; MAXWELL, 2001; FLORIDA, 1996). Desta forma, primeiramente são apresentadas as convergências e divergências associadas estritamente à P+L, nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Convergências estritamente relacionadas à *Lean* e P+L identificadas na literatura através da RBS

| Convergência | Resumo |
|--------------------------------------|---|
| Práticas ^{1, 2, 3, 4} | As Práticas de uma estratégia favorecem a outra, além da haverem origens em práticas semelhantes como a Gestão da Qualidade Total (TQM). |
| Cultura ^{5, 6, 7, 8} | A cultura <i>Lean</i> favorece a P+L. |
| Recursos Humanos ^{5, 8, 9} | Liderança e engajamento são fatores importantes para ambas as estratégias. |
| Requisitos Legais ⁸ | As agências ambientais, como o exemplo da americana, podem reconhecer o <i>Lean</i> como uma forma de promover a P+L, que é por sua vez uma prática que conta com grande respaldo das agências ambientais governamentais. |
| Desperdícios ^{1, 2, 8} | P+L e <i>Lean</i> são estratégias de redução de desperdícios |
| Custo ^{8, 10, 11} | As duas estratégias implicam em redução custos de processo. |
| Objetivos ^{4, 10} | As estratégias compartilham os objetivos de: a) melhoria de processo e b) redução de desperdícios. |
| Impactos Ambientais ^{7, 11} | São reduzidos os impactos ambientais como consequência da aplicação das duas estratégias. |

¹ (SOLTERO; WALDRIP, 2002); ² (TORIELLI *et al.*, 2010); ³ (KING; LENOX, 2001); ⁴ (ROTHENBERG; FRITS; MAXWELL, 2001); ⁵ (ROTHENBERG, 2003); ⁶ (NAHMENS, 2009); ⁷ (BERGMILLER; MCCRIGHT, 2009 c); ⁸ (EPA, 2003); ⁹ (SOBRAL; JABBOUR; JABBOUR, 2013); ¹⁰ (KLASSEN, 2000); ¹¹ (EPA, 2007)

Tabela 6 – Divergências estritamente relacionadas à *Lean* e P+L identificadas na literatura através da RBS

| Divergência | Resumo |
|-----------------------------|--|
| Objetivos ¹ | As diferenças de objetivo faz com que as estratégias sejam aplicadas de forma segregada ou utilizadas isoladamente. Quando o <i>Lean</i> não utiliza a P+L para a tomada de decisão as soluções geradas podem aumentar os impactos ambientais. |
| Práticas ^{2, 3, 4} | Todo os conhecimento e práticas desenvolvidas na área de P+L não chega até os profissionais de <i>Lean</i> . Além disso, as práticas de cada estratégia não estão prontas para a utilização no contexto da outra estratégia. |
| Custos ^{4, 5} | Mesmo que a P+L resulte em benefícios financeiro no contexto organizacional seus resultados financeiros são muito menores do que os do <i>Lean</i> . Isso prejudica a P+L na competição por atenção e |

recursos.

Requisitos Legais ⁴ Os requisitos legais que por muito tempo beneficiaram a aplicação da P+L podem ser encarados como barreiras pelo *Lean*.

Desperdícios ^{2,5} Enquanto o *Lean* foca o desperdício de tempo (custos), a P+L foca no desperdício de recursos, materiais e energia

¹ (DAKOV; NOVKOV, 2007); ² (EPA, 2011); ³ (EPA, 2009 a); ⁴ (EPA, 2003); ⁵ (SOLTERO; WALDRIP, 2002)

Como essas convergências são consideradas insuficientes, a análise foi expandida para incluir as convergências e divergências entre *Lean* e as práticas de gestão ambiental de forma geral. O resultado é apresentado na Tabela 7, na qual foram descritas convergências e divergências associadas diretamente ou aplicáveis a P+L.

Tabela 7 - Convergências e divergências associadas diretamente ou aplicáveis a P+L

| Tema | Convergência | Divergência |
|---------------|--|--|
| Desperdícios | <ul style="list-style-type: none"> • Uma estratégia conjunta pode ampliar a eliminação de desperdícios <i>Lean</i> (excesso de estoque, superprodução, transporte, defeitos e superprocessamento e espera) em conjunto com a ampliação da minimização dos desperdícios ambientais (materiais, energia, água, emissões, resíduos perigosos). • Desperdícios ambientais estão ocultos nos desperdícios <i>Lean</i>. | <ul style="list-style-type: none"> • A eliminação de desperdícios <i>Lean</i> pode ocasionar o aumento de certos desperdícios ambientais. • O pequeno tamanho das bateladas de produção do <i>Lean</i> pode aumentar o transporte e gerar desperdícios ambientais na preparação dos processos (setups). |
| Ciclo de vida | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar ferramentas de ciclo de vida na cadeia de valor <i>Lean</i> pode ser mais barato do que aplicar essas ferramentas isoladamente | <ul style="list-style-type: none"> • O <i>Lean</i> sem P+L pode se tornar cego ao ciclo de vida dos produtos, não observando os desperdícios, riscos e impactos ambientais a montante a jusante da produção. |
| Custos | <ul style="list-style-type: none"> • Aprender a enxergar os desperdícios ambientais juntamente com os desperdícios <i>Lean</i> potencializa a redução de custos • A existência de <i>Lean</i> pode diminuir os custos e prover recursos para implantação da P+L. • Integrar P+L ao <i>Lean</i> pode auxiliar na descoberta de custos ocultos. • Redução de custos ligados ao cumprimento de requisitos legais. | <ul style="list-style-type: none"> • A contabilização dos ganhos financeiros da redução de desperdícios ambientais não é percebida ou é considerada relativa, por isso dificilmente chega a participar da tomada de decisão no <i>Lean</i> • As propostas de melhoria <i>Lean</i> não consideram a redução de custo proveniente da redução de desperdícios ambientais • A discrepância de ganhos financeiros associados ao <i>Lean</i> em relação aos obtidos pelo P+L. |

| | | |
|------------------------|---|--|
| Cultura | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lean</i> e P+L se baseiam numa cultura de melhoria contínua que busca solucionar problemas pela eliminação das causas. • A cultura estabelecida pelo <i>Lean</i> que envolve intensa comunicação, estabelecimento de indicadores e disponibilização de informações favorece o | <ul style="list-style-type: none"> • A operação independente dos sistemas <i>Lean</i> e P+L reduz o potencial integração e maximização de resultados a mera coexistência • As questões ambientais são tradicionalmente modeladas como barreiras que tem que ser vencida e não como oportunidades |
| Consumidor e Sociedade | <ul style="list-style-type: none"> • A associação da P+L ao <i>Lean</i> adiciona ganho de visibilidade às suas iniciativas e pode abrir portas para novos mercados. • No âmbito local combinar as estratégias pode trazer melhor relacionamento com comunidade vizinha. • Reduzir desperdícios ambientais juntamente ao <i>Lean</i> também significa responsabilidade social e ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • O <i>Lean</i> atende consumidores motivados pelo custo enquanto a P+L responde a consumidores que são motivados pela qualidade e responsabilidade ambiental. A entre as estratégias <i>Lean</i> e P+L só pode ser bem-sucedida a medida que a percepção de custo-benefício não seja prejudicada. |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lean</i> e P+L compartilham o objetivo de eliminação de desperdícios • <i>Lean</i> se relaciona positivamente ao objetivo da P+L: redução de impactos • P+L se relaciona positivamente ao objetivo do <i>Lean</i>: redução de custos • Medidas de controle da poluição que não são baseadas em melhoria de processo são vistas tanto pelo <i>Lean</i> quanto pela P+L como custo e devem ser utilizadas em último caso. | <ul style="list-style-type: none"> • O <i>Lean</i> com suas práticas tradicionais não é capaz de atingir completamente os objetivos da P+L. • Muitas vezes objetivos da P+L (e.g. redução de impactos) são mantidos em uma posição acessória sem utilização para a tomada de decisão no <i>Lean</i>. Assim a P+L passa representar um amortecedor (<i>buffer</i>) das pressões legais e sociais, se mantendo distante do centro da estratégia empresarial onde se encontram os objetivos do <i>Lean</i> (e.g. redução de tempo e custo). • Podem existir correlações negativas entre objetivos do <i>Lean</i> e P+L. • A redução de impactos no ciclo de vida é um objetivo da P+L não contemplado pelo <i>Lean</i> e suas práticas. |

| | | |
|------------------|---|---|
| Recursos Humanos | <ul style="list-style-type: none"> • Funcionários de empresas <i>Lean</i> apresentam várias características que favorecem a P+L: conhecimento de técnicas de solução de problemas, familiaridade com dados estatísticos e gráficos, receptividade a treinamentos. • Empoderamento e envolvimento de funcionários são partes da cultura criada pelo <i>Lean</i> favorecem a P+L • A postura de profissionais ambientais em empresas <i>Lean</i> é mais prática e sua presença no chão de fábrica mais frequente • <i>Lean</i> e P+L necessitam de comprometimento da alta gerência e de Liderança • O engajamento em melhorias de caráter ambiental melhora o ambiente de trabalho e aumenta o grau de satisfação dos funcionários | <ul style="list-style-type: none"> • Tentativas mal estruturadas e comunicadas de “pintar” de verde o <i>Lean</i> podem gerar ceticismo nos gestores e responsáveis da produção. • Caso os funcionários não estejam convencidos dos motivos da adoção da P+L como estratégia complementar para redução de desperdícios estes não irão participar efetivamente da sua implementação • Enquanto o <i>Lean</i> conta com um envolvimento massivo de funcionários de diversas áreas a P+L tende a se concentrar na alta gerência e engenheiros • Em consequência da segregação departamental os profissionais ambientais acabam distantes das melhorias <i>Lean</i> • Há diferenças de poder e acesso a informações das lideranças que comandam P+L e <i>Lean</i> • Os funcionários de empresas <i>Lean</i> não tem acesso a informações ambientais como tem de informações de processo |
| Práticas | <ul style="list-style-type: none"> • É possível identificar redução de desperdícios ambientais a partir de práticas e pacotes de práticas associados ao <i>Lean</i>. (<u>Pacotes</u>: Manutenção preventiva Total (TPM), Gestão da Qualidade Total (TQM), Gestão de Recursos Humanos e Seis Sigma; <u>Práticas</u>: Melhoria contínua (PDCA), Rede de fornecedores, mudança de arranjo (<i>layout</i>); células de produção, produção puxada, planejamento da produção, gestão visual, eventos Kaizen, mapeamento de fluxo de valor (VSM) e 5S) • Já são discutidas adaptações de algumas práticas <i>Lean</i> aos objetivos ambientais: Kaizen, VSM, 5s e gestão visual. • Práticas de design de processos e produtos de <i>Lean</i> e P+L apresentam convergências (e.g <i>Design for Environment</i> e <i>Lean Design</i>) | <ul style="list-style-type: none"> • As ferramentas de ambas as estratégias não se encontram preparadas para a integração e atendimento de todos objetos. • Práticas <i>Lean</i> e P+L estudam os mesmo fenômenos de maneiras diferentes moldadas pelos objetivos (e.g. VSM no <i>Lean</i> e Fluxograma de desperdícios ambientais na P+L) • Caso os objetivos da P+L não sejam inclusos cedo nas práticas de melhoria dificilmente poderão trazer benefícios especialmente após a realização de investimentos e trocas de equipamentos. • As práticas <i>Lean</i> podem considerar barreiras os requisitos legais que motivam as práticas da P+L • As práticas da P+L estão orientadas à inovação enquanto as práticas do <i>Lean</i> estão orientadas na maioria das vezes a melhorias incrementais. |
| Risco Ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • As práticas <i>Lean</i> podem auxiliar o objetivo de redução de Risco Ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> • Há grande consenso apontando que o Risco Ambiental é um dos principais pontos cegos do <i>Lean</i> em relação à P+L. |

| | | |
|-----------------------|--|--|
| Requisitos Legais | <ul style="list-style-type: none"> • Uma estratégia combinada pode reduzir custos de não atendimento de requisitos legais • A aplicação conjunta com a P+L pode promover a antecipação de requisitos legais em empresas <i>Lean</i> é uma oportunidade para os órgãos reguladores promover a eliminação de impactos ambientais em suas causas. • A inclusão de profissionais ambientais nas melhorias <i>Lean</i> diminui as chances de não atendimento de requisitos legais. | <ul style="list-style-type: none"> • A necessidade de reportar a órgãos reguladores riscos ambientais os quais o <i>Lean</i> não aborda permanece como lacuna. • Os requisitos legais muitas vezes são tidos como barreiras pelo <i>Lean</i> • Os requisitos legais são um dos fatores que tornam os processos ambientalmente sensíveis de difícil aplicação do <i>Lean</i>. • Algumas práticas do <i>Lean</i> podem entrar em atrito com os Requisitos legais (e.g. armazenamento de resíduos perigosos no local de produção para redução do desperdício <i>Lean</i> de transporte) • Em muitos casos os requisitos legais podem estar desenhados para sistemas de produção em massa o que dificulta o entendimento com as autoridades |
| Cadeia de Suprimentos | <ul style="list-style-type: none"> • As duas estratégias se favorecem da proximidade colaboração com a cadeia de suprimentos. • Os benefícios da adoção conjunta de <i>Lean</i> e P+L podem ser estendidos à cadeia de suprimentos | <ul style="list-style-type: none"> • O <i>Lean</i> tende a focar nos fornecedores diretos enquanto a P+L busca atuação no ciclo de vida (desde a extração de materiais até a disposição) • Em alguns casos a pressão para a melhoria de processo ou redução de impacto pode recair sobre o fornecedor • Quanto mais extensa for a cadeia de suprimentos maiores são as emissões |
| Impactos Ambientais | <ul style="list-style-type: none"> • Os impactos ambientais estão associados aos desperdícios ambientais que por sua vez estão ocultos nos desperdícios <i>Lean</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Práticas <i>Lean</i> que não estão adaptadas aos objetivos da P+L podem resultar no aumento de impactos ambientais • O <i>Lean</i> tem dificuldades de minimizar principalmente os impactos ambientais decorrentes das emissões atmosféricas de CO₂ e Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) |

A Tabela 7 foi construída com base de códigos criados nos 38 estudos selecionados no filtro 3 (JABBOUR *et al.*, 2012; YANG; HONG; MODI, 2011; KING; LENOX, 2001; KLASSEN, 2000; FLORIDA, 1996; BERGMILLER; MCCRIGHT, 2009; BERGMILLER; MCCRIGHT, 2009; VAIS *et al.*, 2006; MILLER; PAWLOSKI; STANDRIDGE, 2010; BAE; KIM, 2009; MAXWELL *et al.*; NAHMENS, 2009; AGUADO; ALVAREZ; DOMINGO, 2013; LARSON; GREENWOOD, 2004; SOBRAL; JABBOUR; JABBOUR, 2013; MATTHEWS; HENDRICKSON, 2003; EPA, 2001; ROTHENBERG, 2003; ^A EPA, 2011; ^A EPA, 2009; ^C EPA, 2011; ^B EPA, 2009; ^D EPA, 2011; EPA, 2007; MOLLENKOPF *et al.*, 2010; TORIELLI *et al.*, 2010; DUES; TAN; LIM, 2013; BERGMILLER; MCCRIGHT, 2009; DAKOV; NOVKOV, 2007; VINODH;

ARVIND; SOMANAATHAN, 2011; FLIEDNER, 2008; EPA, 2003; SOLTERO; WALDRIP, 2002; EPA, 2000; SIMPSON; POWER, 2005)

4.4.3 FENÔMENO COMPARTILHADO

Há grande consenso de que os Desperdícios sejam a ligação entre o *Lean* e a P+L. Os trechos a seguir ilustram essa afirmação.

“Duas das estratégias de redução de resíduos mais familiares, o Lean e a P+L, (...)” (SOLTERO; WALDRIP, 2002)

“Do ponto de vista gerencial, práticas de Lean e de gestão ambiental são sinérgicas em termos de seu foco na redução de desperdício e ineficiência” (YANG; HONG; MODI, 2011).

Mesmo com a grande disponibilidade de afirmações de que o foco na reduções de desperdícios é o fenômeno o que une a P+L e a gestão ambiental ao *Lean*, os estudos encontrados na RBS não se dedicaram a fornecer evidências sobre esse elo teórico.

Neste trabalho, algumas evidências foram encontradas para afirmar que este é o fenômeno compartilhado entre as estratégias. Durante a codificação dos estudos, o código com maior número de referências foi desperdícios, tanto para convergências quanto para divergências. Além disso, é possível observar através da tabela 8 que a palavra desperdício (*waste*) e variantes foram as mais frequentes na codificação de convergência e divergências, atrás apenas de *Lean* e *environmental*.

Tabela 8 - Palavras mais recorrentes na codificação de convergências e divergências

| Palavra | Contagem | Percentual ponderado (%) | Palavras similares |
|---------------|----------|--------------------------|---|
| lean | 338 | 3,76 | lean |
| environmental | 272 | 3,03 | environmental, environmentally |
| waste | 185 | 2,06 | waste, wasted, wasteful, wastes |
| production | 161 | 1,79 | product, production, productive, productivity, products |
| improvement | 103 | 1,15 | improve, improved, improvement, improvements, improves, improving |
| processes | 96 | 1,07 | process, processes, processing |
| reducing | 87 | 0,97 | reduc, reduce, reduced, reduces, reducing |
| implementing | 74 | 0,82 | implement, implementation, implementations, implemented, implementers, implementing |
| managers | 74 | 0,82 | manage, managed, management, manager, managers, managing |
| manufacturing | 70 | 0,78 | manufacturability, manufactured, manufacturers, manufacturing |
| practices | 67 | 0,75 | practically, practice, practices |
| materials | 64 | 0,71 | material, materials |
| green | 59 | 0,66 | green, greenness |
| pollution | 59 | 0,66 | pollutant, pollutants, pollution |
| cost | 54 | 0,60 | cost, costly, costs |
| chemical | 53 | 0,59 | chemical, chemicals |
| reduction | 51 | 0,57 | reduction, reductions |
| environment | 50 | 0,56 | environ, environment, environments |
| company | 49 | 0,55 | companies, company |
| time | 47 | 0,52 | time, timely, times, timing |

Além da presença do termo desperdício, outros termos tiveram destaque na análise de palavras recorrentes feita pelo software NVIVO10:

- Melhoria (*improvement*): tanto o *Lean* quanto a P+L são estratégias de melhoria de processo.
- *Manufacturing*: mesmo possuindo vertentes no desenvolvimento de produtos, as duas estratégias atuam especialmente no domínio da manufatura.

Vários outros termos geraram temas de convergência e divergência discutidos anteriormente. A presença dos 20 termos mais frequentes é representada abaixo nas figuras 15 e 16.

Consulta de frequência de palavras

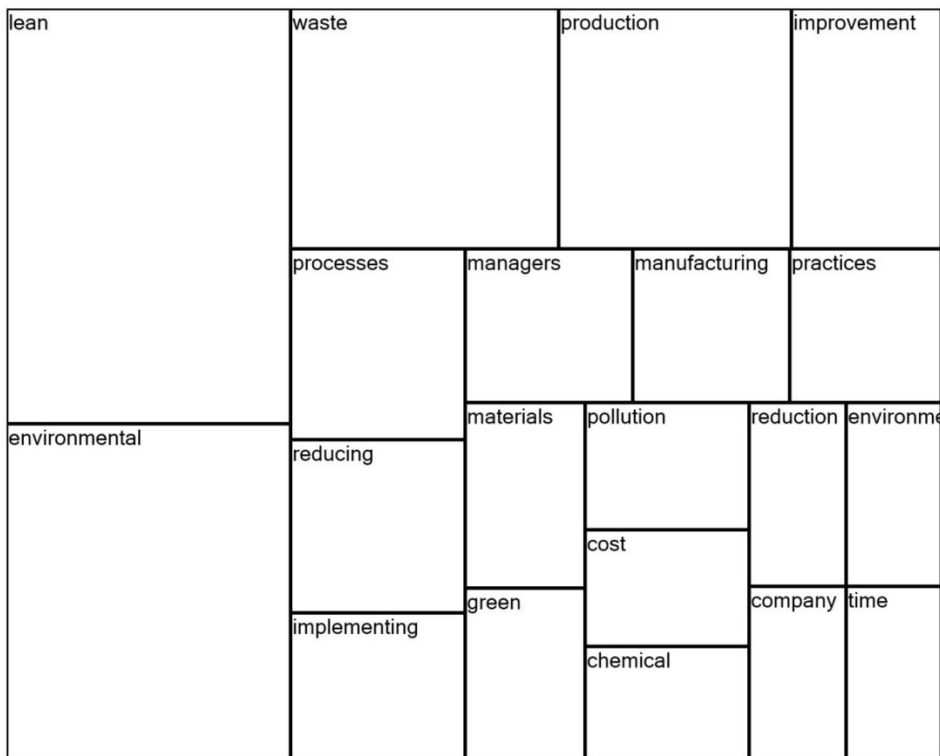


Figura 15 - Mapa de árvore de frequência de palavras



Figura 16 - Nuvem de rótulos de palavras frequentes

Nas figuras 15 e 16, as palavras mais frequentes são representadas de tamanho proporcional a sua presença nas codificações de convergências e divergências, reafirmando a presença significativa do termo desperdícios (*waste*). A verificação da percepção de que a redução de desperdícios pode unir as estratégias *Lean* e P+L será tema dos estudos de caso. Nesses estudos espera-se obter evidências que

possam confirmar ou refutar a hipótese de que este é o fenômeno compartilhado entre as estratégias.

4. ESTUDOS DE CASO

A seção 4 traz primeiramente a definição do método e em seguida expõe o planejamento definido para sua aplicação. As subseções seguintes trazem os resultados obtidos e as análises decorrentes.

4.1 MÉTODO

Tendo sua origem nas ciências sociais em pesquisas etnográficas e antropológicas, o estudo de caso é definido como uma estratégia de pesquisa que foca no entendimento das dinâmicas presentes em condições únicas (EISENHARDT, 1989). Diferente de outros métodos, o estudo de caso baseia suas contribuições em evidências e não em deduções (YIN, 2009). Por esses motivos, vários autores apontam o método como ideal para utilização no início do desenvolvimento de um tema (EISENHARDT, 1989; VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002; STUART, MCCUTCHEON, *et al.*, 2002; YIN, 2009). No entanto, o método pode ser utilizado para propósitos que vão além da construção de teoria, como o teste e extensão/refinamento de teoria (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002; STUART *et al.*, 2002).

Procedimento

O procedimento de estudo de caso se encontra representado na figura 17, onde é possível observar uma divisão em 3 etapas principais. Na etapa 1 acontece a seleção de elementos da teoria e posterior elaboração do protocolo de estudo de caso; e a seleção dos estudos de caso, que por sua vez depende de contatos bem-sucedidos com empresas e envio de uma carta de apresentação com um resumo executivo da proposta de estudo de caso. O próximo passo é testar o protocolo em um estudo de caso piloto, que pode ou não ser incluso como um dos estudos de caso da pesquisa. Essa etapa pode gerar melhorias no protocolo a fim de melhorar a coleta de dados.

Na etapa 2 acontecem os estudos de caso propriamente ditos e a elaboração de um relatório individual para cada estudo de caso, com posterior verificação das empresas.

Na etapa 3 ocorre a análise dos dados para obtenção de conclusões e cruzamento dos resultados, os quais são compilados em um relatório geral.

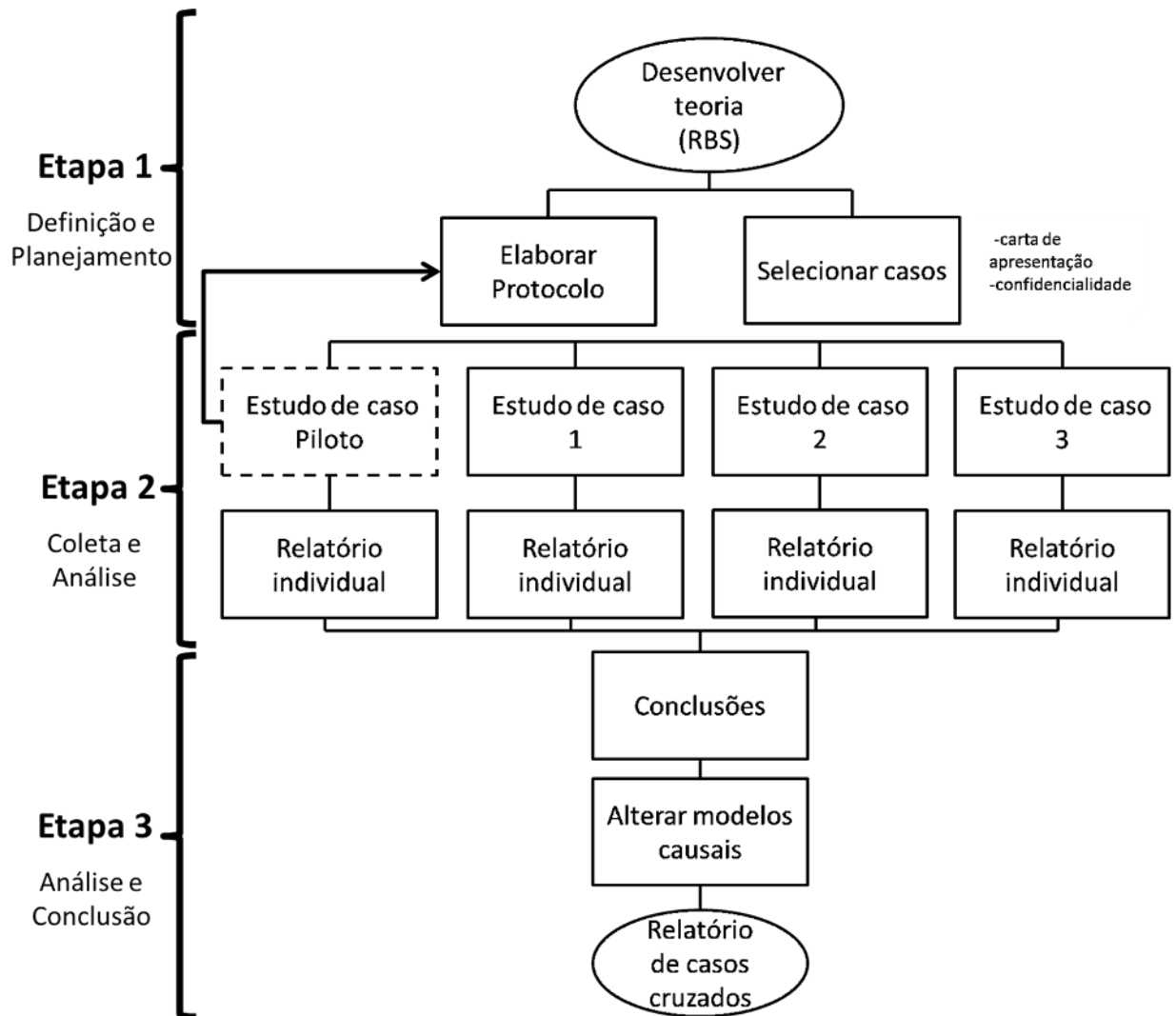


Figura 17 - procedimento de estudo de casos múltiplos - modificado de Yin (2009)

4.1.1 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO

Esta sucessão traz o planejamento da aplicação do método estudos de Caso.

Objetivo

O objetivo dos estudos de caso é estabelecer uma relação entre o *Lean* e a P+L, por meio do teste de pontos convergentes e divergentes encontrados na RBS. Nesta pesquisa, o estudo de caso tem o foco de validação da teoria, aplicado no contexto da teoria já desenvolvida sobre a integração entre *Lean* e P+L. Stuart et al. (2002) e Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002) definem os estudos de caso com foco em validação da teoria como um meio de explorar as limitações da teoria existente, e é usado em conjunto com outros métodos para que seja realizada triangulação de dados. A utilização conjunta com outros métodos é desejável devido ao fato de que, em geral, os estudos de caso para validação de teoria tem foco na validade externa dos construtos, de modo que as contribuições resultantes da pesquisa estejam qualificadas para contribuir com a teoria existente. Este enfoque em validade externa, por sua vez, também requer a utilização de lógica de replicação em estudos de caso múltiplos.

Protocolo

De acordo com Yin (2009), o protocolo reúne os instrumentos de coleta de dados e também as regras para sua utilização. As questões estabelecidas no protocolo são feitas para o próprio pesquisador, diferente da *survey*, na qual as questões são voltadas ao respondente. A partir das questões, o pesquisador pode escolher as melhores estratégias para coletar evidências.

Uma das principais vantagens do método estudo de caso, em relação aos demais métodos científicos, é a construção ou teste de modelos causais (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009; STUART *et al.*, 2002; VOSS, TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Na presente pesquisa foram identificados, através da RBS, dois modelos causais predominantes (Figura 18).

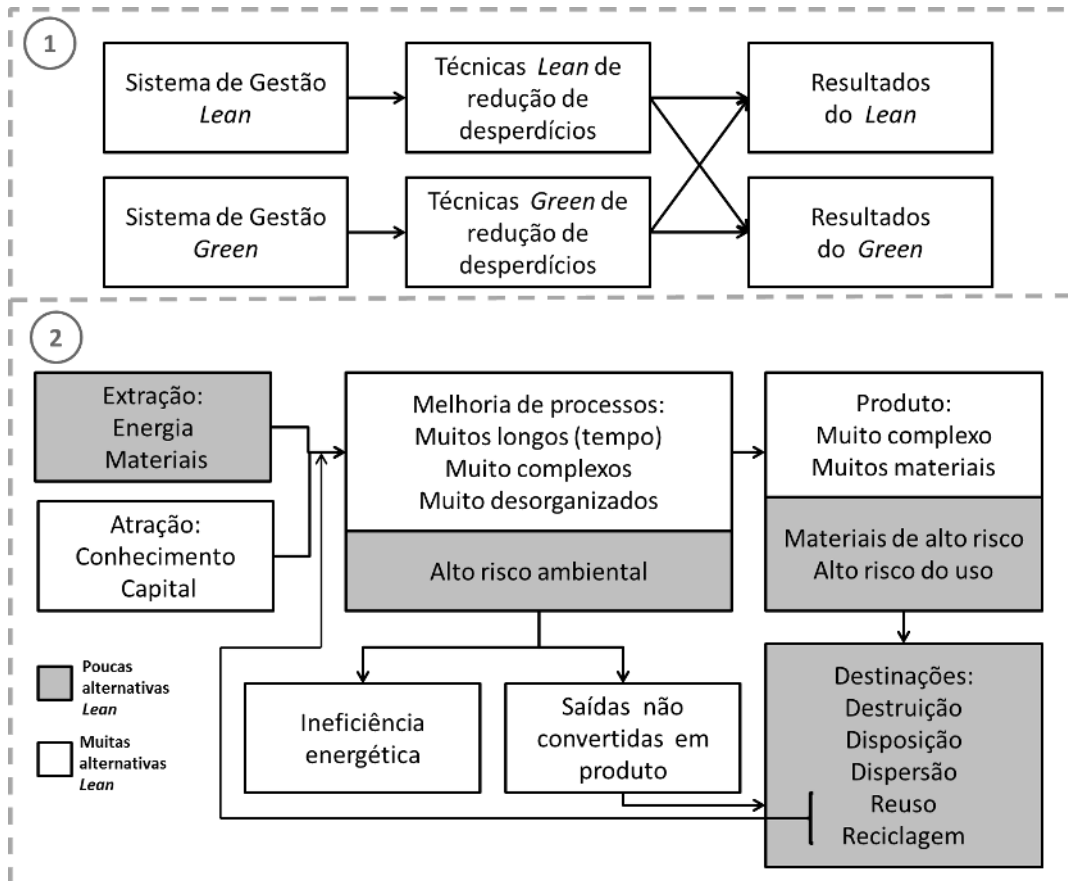


Figura 18 - Modelos causais de relacionamento entre as estratégias - 1 adaptado de Bergmiller e Mcright (2009); 2 adaptado de EPA (2011)

Com a condução dos estudos de caso espera-se contribuir com o teste e redesenho dos modelos causais mais adotados na literatura. No primeiro modelo são focalizadas prioritariamente as convergências, e no segundo são observadas algumas convergências e divergências.

Hipótese inicial

O modelo conceitual da presente pesquisa é apresentado na Figura 19.

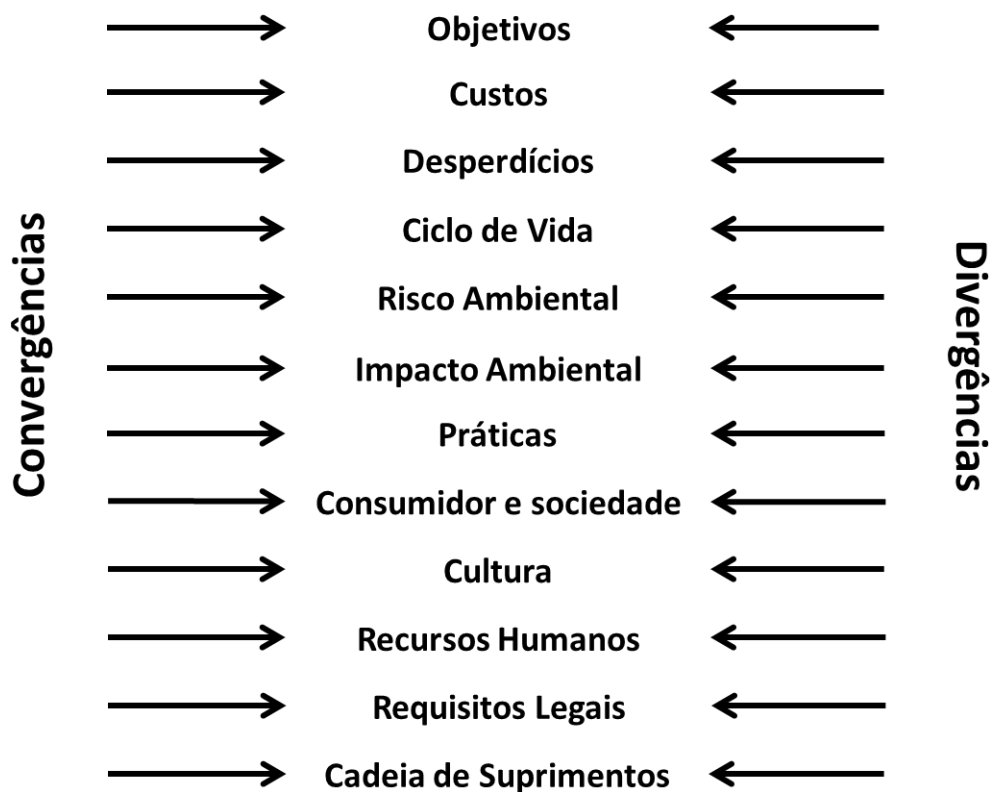


Figura 19 - Modelo conceitual - Temas de convergência e divergência

A hipótese inicial que será testada é de que os temas identificados no modelo conceitual são focos de convergência e divergência entre *Lean* e P+L, sendo a redução de desperdícios o principal tema e fenômeno compartilhado entre as estratégias.

Questão Principal

A questão a que se dedicam os estudos de caso é: como o *Lean* se relaciona à P+L?

Com a questão principal fica estabelecido como foco principal o entendimento de como se dá o relacionamento entre *Lean* e P+L.

Questionário:

A questão principal foi desdobrada nas questões que compõem o questionário representadas abaixo. O detalhamento da estratégia para obtenção de evidências e o guia de campo utilizado nas entrevistas contendo as questões e estratégias escolhidas encontram-se nos apêndices B e C.

- Percepção do relacionamento entre *Lean* e P+L: Entender como o entrevistado vê o relacionamento entre os temas e áreas
- Temas de relacionamento entre *Lean* e P+L: Verificar dentre os temas sugeridos pela literatura ou sugeridos pelo entrevistado quais deles inspiram ações conjuntas entre responsáveis de *Lean* e gestão ambiental.
- Principal tema compartilhado entre *Lean* e P+L: Verificar dentre os temas de convergência escolhidos qual domina a pauta de discussões entre responsáveis pelo *Lean* e responsáveis pela gestão ambiental em tentativa de identificar o fenômeno teórico de convergência.
- Priorização dos temas de convergência: Entender quais seriam, na opinião do entrevistado, a melhor priorização de temas para integrar as estratégias.

Seleção de casos e amostragem

Com a finalidade de potencializar a validade externa dos resultados, os estudos de caso serão realizados em dois países, Brasil e Inglaterra. Essa configuração da pesquisa é justificada por dois fatores: a grande importância dos requisitos legais ambientais para a integração entre *Lean* e P+L (vide seção 4 – resultados) e a influência da cultura nacional em importantes diferenças, tanto em gestão de operações quanto em gestão ambiental (PAGELL, KATZ e SHEU, 2005; HUSTED, 2005).

Diferente do método *survey*, que faz amostragem estatística, a amostragem no estudo de caso deve ser justificada com base teoria estudada. Assim, o pré-requisito para escolha das empresas foi aplicar o *Lean* e possuir certificação ISO 14001, que está, em muitos casos, associada à aplicação da P+L em algum estágio de desenvolvimento (UNIDO / UNEP, 2011). Foram selecionados como setores preferenciais para realização da pesquisa: o setor automobilístico, onde surgiu o *Lean* e no qual a P+L é frequentemente implantada, além de setor de equipamento de prevenção a incêndios, cujas plantas pertencem à indústria metal mecânica, onde frequentemente o *Lean* e a P+L podem ser observados.

4.2 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados provenientes da etapa de Coleta e Análise do protocolo de Estudo de caso. A seguir, na tabela 9, encontra-se um resumo dos estudos de caso

Tabela 9 - Resumo dos estudos de caso

| Característica | Estudo de caso | | |
|-------------------------|--|-------------------------------|------------------------------|
| | Piloto | 1 | 2 |
| Codiname da empresa | empresa A | empresa B | empresa C |
| Setor | Logística/ segurança | produtos de segurança | automobilístico |
| País | Inglaterra | Inglaterra | Brasil |
| Produto/serviço | administração de estoque de produtos de segurança, distribuição dos produtos e logística reversa | aspersores contra incêndio | automóveis de passageiros |
| Número de entrevistados | 1 | 3 | 5 |
| Visita de processo | sim | sim | sim |

Estudo de caso Piloto: Empresa A - setor de Logística

- Caracterização do caso

O estudo piloto foi realizado na Inglaterra em uma unidade da empresa A do ramo de logística, que atua dentro de uma unidade de uma empresa de fabricação de extintores de incêndio. A empresa A, nesse caso, é responsável pela administração do estoque de produtos acabados, sua distribuição no mercado inglês e a logística reversa dos produtos após sua utilização pelo consumidor. Tanto o estoque quanto a distribuição correspondem ao produto extintor de incêndio, porém na logística

reversa são trazidos, além dos próprios extintores, alarmes e demais equipamentos eletroeletrônicos danificados.

A unidade de logística é classificada no mais alto nível de desempenho em *Lean* dentro do sistema interno de avaliação da empresa. A gestão ambiental é feita pelos colaboradores da empresa produtora de extintores, que possui *Lean* nos primeiros estágios de maturidade implantado nas suas operações. A unidade inteira é certificada ISO 14001 e a operação de Logística opera em “*zero landfill*”, destinando todos os resíduos, sem enviar nenhuma parcela para aterro.

- Entrevista com gerente de *Lean*

Neste estudo de caso foi entrevistado um gestor de *Lean*, parte da equipe responsável pela implantação do *Lean* na operação de logística estudada. O papel deste gestor envolvia o desenvolvimento de práticas *Lean*, como 5S e elaboração de instruções de trabalho. Além disso, grande parte das atividades do gestor estavam relacionadas à melhoria contínua, sendo responsável pelo acompanhamento do sistema de métricas *Lean*, que classificam as operações da empresa em diferentes níveis de excelência.

O gestor não conhecia o conceito P+L, porém a unidade era certificada ISO 14001 e o gestor participava do processo de renovação da certificação.

A. Percepção do relacionamento entre *Lean* e P+L

Foi apontada a existência de um relacionamento moderado entre as áreas apenas para tratar de assuntos específicos e ocasionais, como por exemplo a avaliação de emissões de CO₂.

B. Temas de relacionamento entre *Lean* e P+L

O gestor reconheceu a presença no relacionamento entre a área de *Lean* e Gestão Ambiental de todos os temas sugeridos: Práticas, Desperdícios, Ciclo de Vida, Recursos Humanos, Cultura, Cadeia de Suprimentos, Custo, Impactos Ambientais, Risco Ambiental, Objetivos, Consumidor e Sociedade e Requisitos Legais.

C. Principal tema compartilhado entre *Lean* e P+L

Para o gestor o tema que une as duas áreas é o “Objetivos”. A existência de um relacionamento ocasional entre as áreas e separação física (colaboradores da empresa de Logística não são permitidos dentro da área da central de reciclagem) exigem que exista um motivo claro para interação, como por exemplo os procedimentos de logística reversa.

D. Priorização dos temas de convergência

A estratégia escolhida para priorizar a implantação de um projeto hipotético de integração entre *Lean* e a Gestão Ambiental foi iniciar com o alinhamento de objetivos entre os departamentos seguindo para definição de estratégias para redução de custo, passando pela definição de práticas e, finalmente, definição de iniciativas relacionada a cadeia de suprimentos e ciclo de vida dos produtos.

- Informações adicionais

- A Duração da entrevista poderia ser menor para os próximos casos
- Já havia sido conduzidos Kaizens que produziram melhorias ambientais, como o Kaizen de iluminação, que reduziu o consumo de energia.
- Foi observada em campo a utilização de gestão visual para gestão ambiental. Assim, se encontravam disponíveis indicadores e métricas de desempenho ambiental.
- A logística reversa de produtos e a gestão ambiental da empresa de extintores que abriga a empresa A, de logística, já recebeu vários prêmios ambientais na Inglaterra.
- Como aprimoramento do método de entrevista, foi sugerida a redução da duração da entrevista.

Estudo de caso 1: Empresa B - setor de equipamentos de proteção contra incêndios

- Caracterização do caso

A unidade da empresa B se localiza na Inglaterra e é uma fabricante de equipamentos de proteção contra incêndios. Sua atribuição específica é a fabricação da estrutura metálica que compõe o produto final, aspersores para incêndio. A empresa se encontra nos estágios iniciais da implantação do *Lean* e não possui programa ou projetos de P+L. Ainda assim, foi constatado em campo o uso de ferramentas de P+L, como a matriz de risco ambiental, elencando severidade e frequência dos impactos. Assim, pode haver outras práticas de P+L sendo aplicadas de maneira não sistematizada.

- Entrevistas

Foram entrevistados 3 colaboradores da unidade: diretor geral, gerente de *Lean* e gerente de saúde segurança e meio ambiente. A tabela 10, trazida abaixo, reúne os principais elementos das respostas dos entrevistados.

Tabela 10 – Entrevistas do estudo de caso 1

| QUESTÕES | ENTREVISTADOS | | |
|--|--|---|---|
| | Diretor de operações | Gerente de Lean | Gerente de Meio Ambiente |
| Atribuições | Gerenciamento e coordenação de todas as áreas da unidade de manufatura | Engenharia e excelência operacionalacompanhamento do design, reparo e manutenção e planejamento de recursos melhoria contínua prestação de contas de custos | Gerência dos temas saúde, segurança e meio ambiente acompanhamento dos aspectos ambientais e iniciativa de saúde e segurança |
| A. Percepção do relacionamento entre Lean e P+L | – | Forte, interação diária Assunto principal: requisitos legais ambientais | Forte, interação diária Assuntos principais: novas máquinas, nova fábrica, impactos ambientais, requisitos legais e desperdícios |
| B. Temas de convergência entre Lean e P+L | -Práticas -Risco Ambiental -Requisitos Legais -Impactos Ambientais -Desperdícios -Cadeia de Suprimentos -Custos -Recursos Humanos -Cultura -Objetivos | -Impactos Ambientais -Custos -Objetivos -Cadeia de Suprimentos -Desperdícios -Risco Ambiental -Requisitos Legais -Cultura -Recursos Humanos -Ciclo de Vida -*Práticas Ambientais -*Práticas Operacionais | -Requisitos Legais -Impactos Ambientais -Desperdícios -Práticas -Risco Ambiental -Cadeia de Suprimentos -Ciclo de Vida -Recursos Humanos -Cultura -Custos -Objetivos |
| C. Fenômeno compartilhado entre Lean e P+L | Custo, mas deveria ser Cultura | Recursos Humanos Impactos Ambientais Requisitos Legais | Objetivos |
| D. Priorização dos temas de convergência | – | 1º Consumidor e Sociedade, Objetivos, Cadeia de Suprimentos, Ciclo de vida, Custo 2º Requisitos Legais, Desperdícios, Impactos Ambientais, Risco Ambiental 3º Práticas Ambientais, Cultura, Recursos Humanos, Práticas Operacionais | *1º Gestão da Mudança 2º Requisitos Legais, Impactos Ambientais, Desperdícios, Práticas 3º Risco Ambiental 4º Cadeia de Suprimento, Ciclo de Vida, Recursos Humanos, Cultura 5º Custo 6º Objetivos |

A. Percepção do relacionamento entre *Lean* e P+L

Neste caso, o relacionamento é percebido como forte pelos gerentes das áreas, que concordam que é um assunto frequentemente discutido entre eles. Isso se deve principalmente ao fato de o cumprimento de requisitos ambientais ser um assunto de alta prioridade na unidade, uma vez que esta apresenta questões ambientais significativas, como a presença de chumbo na liga de latão utilizada e as emissões atmosféricas das caldeiras para derretimento dos lingotes de metal.

B. Temas de relacionamento entre *Lean* e P+L

Os três entrevistados concordam com 10 dos 12 temas de integração ente *Lean* e P+L propostos: Práticas, Risco Ambiental, Requisitos Legais, Impactos Ambientais, Desperdícios, Cadeia de Suprimentos, Custos, Recursos Humanos, Cultura e Objetivos.

Nesse caso, o gerente de *Lean* sugeriu a separação entre práticas ambientais e práticas operacionais.

C. Principal tema compartilhado entre *Lean* e P+L

Os entrevistados não concordam entre si sobre o tema que conecta *Lean* e P+L. Foram apresentados como possibilidades os seguintes temas: Custos, Recursos Humanos, Impactos Ambientais, Requisitos Legais e Objetivos.

Neste caso, o gerente de *Lean* apresentou três possibilidades de tema para integração, sendo um deles “Requisitos Legais”, condizente com o assunto mais frequentemente debatido entre as áreas.

D. Priorização dos temas de convergência

Durante a priorização dos temas para integração entre as áreas é possível observar que os gerentes colocam maior prioridade nos temas mais relacionados às suas respectivas áreas. Elementos mais ligados às demais áreas só aparecem na quarta posição da priorização feita pelos gerentes. Esse fato pode

indicar uma necessidade de privilegiar os objetivos da própria área, como possível fruto de uma estrutura compartimentada em departamentos.

- Informações adicionais

- A estrutura metálica é feita de uma liga metálica de latão com chumbo, portanto contém cobre, zinco e chumbo

- Podem ser observados cavacos metálicos pelo chão da fábrica. Havia sido instalado recentemente um equipamento para sugar ar com poeira de metal usinado.

- Existem equipamentos de controle de emissões para os fornos que derretem os lingotes de metal. Os gases são filtrados.

- Foi relatado pelo Diretor da planta que existe uma pressão por investimentos de retorno de curto prazo e existem grandes dificuldades de fazer investimentos com tempo de retorno maior do que estabelecido pela sede da empresa que fica fora da Inglaterra.

- A gerência de saúde, segurança e meio ambiente era mais influente na planta do que a gerência de *Lean*. Isso se dava por dois fatores: o estágio inicial de maturidade do *Lean* na planta e a grande propensão a acidentes de trabalho e multas ambientais das operações relacionadas ao derretimento e conformação do metal.

- O gerente de *Lean* já havia ouvido sobre o “*Pollution Prevention*” por estar em uma declaração global da empresa.

- A área ambiental funciona como “consultoria” para a área de *Lean*, fornecendo informações sobre o cumprimento de leis ambientais e os possíveis impactos ambientais de melhorias.

- Apesar da estrutura predominantemente departamental da empresa, durante a entrevista, o gerente de *Lean* se mostrou mais receptivo à temática ambiental exposta pelo gerente ambiental, o que se pode observar na priorização dos temas de integração.

- O diretor da planta, ao ser questionado sobre qual seria o departamento que mais recebeu recursos financeiros nos últimos anos, respondeu que seria o Meio Ambiente.

- O diretor da planta, ao ser questionado sobre o fato de o *Lean* não ser ainda aplicado de forma abrangente na empresa, afirmou que o mercado da empresa não tem competição agressiva e por isso o foco em melhorias de desempenho não recebe a maior parte dos recursos. A baixa competitividade do setor é explicada por ele pela grande exigência de cumprimento de normas por empresas seguradoras contra incêndios. Essas empresas durante o processo de homologação de fornecedores de equipamentos acabam criando barreiras para empresas entrantes nesse mercado, ficando este restrito a poucas empresas que o dominam.
- O gerente de *Lean* se referiu às melhorias *Lean* como “as frutas baixas que ainda não colhemos”.
- A empresa é certificada ISO 14001 e deseja implantar a ISO 50001 de gestão de energia para a qual pretende utilizar P+L.

Estudo de caso 2 – Montadora de veículos

- Caracterização do caso

Foi estudada uma unidade de uma montadora de veículos para passageiros localizada no Brasil. Nesta unidade, o *Lean* existe há cerca de 2 anos e meio e é considerado em fase de implantação pelo responsável da área. A Gestão Ambiental não possui programa formal de P+L, porém dentro do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) implantando na unidade, que é certificada ISO 14001, a P+L é usada para realizar os projetos que visam cumprir os objetivos e metas do sistema. A fim de atender ao planejamento do SGA, são implantadas melhorias ambientais nos processos.

- Entrevistas

Foram entrevistados cinco colaboradores da empresa: Diretor da unidade, 2 Gerentes de Meio Ambiente, Gerente de *Lean* e agente de melhoria. Os destaques das respostas obtidas encontram-se resumidos na tabela 11, mostrada abaixo.

Tabela 11 - Entrevistas do estudo de caso 2

| QUESTÕES | ENTREVISTADOS | | | |
|---|---|---|--|---|
| | Diretor da unidade | 2 Gerentes ambientais | Gerente de <i>Lean</i> | Agente de melhoria |
| Atribuições | Coordenação de todas as áreas de manufatura | Os gerentes ambientais eram responsáveis por: tratamento de efluentes, Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA), resíduos, emissões, produtos químicos tóxicos, indicadores e risco ambiental | Orientação das outras áreas para implantação do <i>Lean</i> . Mapeamento de fluxo de valor Estabelecimento de regras e metas para continuidade da implantação do <i>Lean</i> | Implantação das melhorias <i>Lean</i> |
| A. Percepção do relacionamento entre <i>Lean</i> e P+L | O relacionamento entre as áreas se dá através do programa de reuniões estratégicas entre as diversas áreas da unidade, nas quais são definidos projetos entre as áreas para solução de problemas. Outra forma de relacionamento é através de metas e diretrizes estabelecidas em conjunto com a área ambiental. | Moderado, poucas atividades conjuntas. A interação acontece principalmente no programa de reuniões estratégicas entre todas as áreas para solução de problemas. | Moderado, devido ao fato de o <i>Lean</i> ainda estar em implantação. Devido ao fato de as duas áreas atuarem em alguns temas comuns como resíduos e embalagens. Algumas melhorias que o <i>Lean</i> já promove apresentam benefícios ambientais, porém estes são obtidos sem planejamento conjunto com a área de meio ambiente. | Hoje o tema mais frequentemente discutido entre as áreas é "Custos". Existem melhorias <i>Lean</i> com benefícios ambientais, como a redução da embalagem das peças importadas. |
| B. Temas de convergência entre <i>Lean</i> e P+L | – | -Risco Ambiental -Custos -Impactos Ambientais -Objetivos -Cultura -Requisitos Legais | -Recursos humanos -Consumidor e sociedade -Custos -Objetivos -Práticas -Cultura -Desperdícios -Impactos Ambientais | – |
| C. Fenômeno compartilhado entre <i>Lean</i> e P+L | -Consumidor e Sociedade -Desperdícios -Práticas | Objetivos | Desperdícios | |
| D. Priorização dos temas de convergência | A integração é “meio” e não “fim”. Para acontecer, teria que vir de um alinhamento estratégico, e não de um pedido de níveis superiores da hierarquia da empresa. | 1º Cultura 2º Requisitos Legais e Risco Ambiental 3º Impactos Ambientais 4º Desperdícios 5º Custos 6º Objetivos | 1º Práticas (práticas de diagnóstico) 2º Objetivos 3º Recursos Humanos, Impactos ambientais | – |

A. Percepção do relacionamento entre *Lean* e P+L

Existe um consenso entre os entrevistados de que o relacionamento entre o *Lean* e a Gestão ambiental é “moderado”, o que, no contexto da unidade, significa que existem encontros pouco frequentes entre as áreas, que na maior parte das vezes dialogam quando são formados times com representantes de todas as áreas para solução de problemas. Apesar do relacionamento pouco frequente entre as áreas, foram observadas melhorias *Lean* com ganhos ambientais, como redução no consumo de energia e materiais. O agente de melhoria apontou “Custos” como tema que domina os debates entre os engenheiros que implantam *Lean* e os gestores ambientais. A gerente ambiental apontou que as melhorias ambientais desenvolvidas só envolvem a área de engenharia e *Lean* quando a produção é afetada diretamente, como no caso da substituição de um produto químico.

B. Temas de relacionamento entre *Lean* e P+L

Os temas sobre os quais os entrevistados concordam que concentram os diálogos entre as áreas são: Custos, Impactos Ambientais, Objetivos e Cultura.

C. Principal tema compartilhado entre *Lean* e P+L

O diretor da planta e o gerente de *Lean* concordam que “Desperdícios” é o tema que une a área de *Lean* e Gestão ambiental. Apesar disso, o diretor ofereceu 3 possíveis temas de convergência, dando prioridade para “Consumidor e Sociedade”.

D. Priorização dos temas de convergência

Os gerentes da área ambiental e *Lean* apresentam opiniões bem distintas a respeito da priorização dos temas para integração. Enquanto a área ambiental daria início a um projeto de integração a partir da Cultura, Requisitos Legais, Riscos Ambientais e Impactos Ambientais; a área *Lean* iniciaria com práticas de diagnóstico, como mapeamento de fluxo de valor, passando para Objetivos e definindo posteriormente Recursos Humanos e Impactos Ambientais. Assim, mesmo com a postura mais inclusiva do gerente de *Lean*, é possível notar que

cada gerente atribui mais importância a elementos da sua própria área na hipótese de uma iniciativa de integração.

- Informações complementares

- O programa de reuniões estratégicas entre as áreas para solução de problemas se assemelha com um Kaizen para mudanças radicais ou Kaikaku.

- O fato de 70% das peças usadas na montadora serem importadas contribui para que embalagens seja uma questão importante. Por esse motivo, já houve um projeto sobre resíduos e embalagens dentro do programa de reuniões estratégicas entre as áreas. Nesse contexto, polímeros e madeira são matérias muito importantes por serem grande parte das embalagens utilizadas.

- Já houve melhorias *Lean* para redução de embalagens de fornecedores internacionais.

- O diretor da planta sobre os benefícios ambientais da implantação do *Lean*:

“Com adoção do *Lean*, passamos a perguntar: por que jogar as embalagens de madeira fora se eu deverei comprar de novo? ”

- A área ambiental não é envolvida em kaizens de melhorias menores e mais rápidas.

- Existem programas de sugestões e implantação de melhorias e premiação de células mais eficientes com viagens. São recebidos poucos projetos de caráter ambiental e o desempenho ambiental não é avaliado para premiação dos times das células.

- Foi implantada uma melhoria *Lean* de descentralização da iluminação dos escritórios, permitindo o acendimento de pequenos setores, o que trouxe grande economia de energia e redução de custos.

4.3 ANÁLISE

A seção traz as principais análises dos dados coletados nos estudos de caso, que compreendem um panorama das empresas e seus entrevistados e uma avaliação de cada uma das questões estudadas. Ao final são apontadas quais evidências correspondem a convergência e divergências entre *Lean* e P+L.

- Empresas e entrevistados

Dentre as 3 empresas estudadas pode-se dizer que as duas inglesas eram concorrentes entre si. No entanto a concorrência acontece entre a empresa B de aspersores e a empresa de extintores que abriga a empresa A, de logística, uma vez que as empresas fabricam os mesmos produtos, porém em plantas distintas das estudadas. Essa informação é interessante por tornar mais relevante a comparação entre os sistemas observados nas plantas inglesas.

Uma das questões observadas nestes dois concorrentes é que o foco em gestão ambiental sobrepujava o foco em *Lean*. Na empresa de extintores na qual a empresa A estava alocada o *Lean* estava começando a ser implantado enquanto a gestão ambiental era premiada em nível nacional. Na empresa B ao ser questionado sobre o volume de recurso das duas áreas o diretor da planta apontou que sem dúvida a área ambiental recebia muito mais recursos do que a o *Lean*, esses recursos envolviam a troca de equipamento e a instalação de equipamentos de controle da poluição. A explicação dada pelo diretor da planta da empresa B foi que o mercado da empresa não era agressivo protegido por requisitos rigorosos de empresas seguradoras. Isso aliado às fortes questões ambientais envolvidas no processo de produção como presença de chumbo na composição da liga metálica e particulado, fazia a área ganhar muita importância.

As empresas A, de logística, e C, do setor automobilístico tinham o *Lean* mais desenvolvido do que a empresa B e sua concorrente que abrigava a empresa A. De maneira geral em todas as empresas a área ambiental não tinha o foco principal na geração de melhorias de desempenho ambiental e operacional, todos colaboradores de meio ambiente tinham responsabilidades referentes a controle de poluição como unidades de tratamento ou disposição de resíduos, o que de certa forma deixava as atividades condizentes com a P+L em segundo plano. De outro lado os

colaboradores de *Lean* tinham todas as suas atribuições relacionadas a melhoria do desempenho operacional. Além disso em nenhuma das empresas estudadas a P+L era aplicada de maneira sistematizada, ou seja, as iniciativas de P+L eram sobretudo isoladas. Em contraste a essa afirmação a empresa C apresentava uma estrutura do SGA para dar caráter sistêmico à P+L que ainda assim tinha pouca ênfase na planta. Uma possível explicação está no papel de garantir a viabilidade legal das operações e resposta a certificações (todas as empresas estudadas eram certificadas ISSO 14001) atribuído à área ambiental que em geral demanda muita atenção e tempo da área. Em uma perspectiva ampla as estruturas das empresas eram majoritariamente compartimentada com cada área atuando principalmente em suas atribuições específicas, como exceção a essa observação está o projeto de reuniões estratégicas entre representantes de todas as áreas que ocorre na empresa C.

Também a respeito de todas as empresas estudadas é necessário destacar que a familiaridade com o *Lean* foi unânime em todos os entrevistados. Enquanto isso todos os entrevistados não especialistas em meio ambiente não conheciam a produção mais limpa, com exceção do gerente de *Lean* da empresa B que já havia observado o termo "*Pollution Prevention*" em uma declaração global da empresa.

- Percepção do relacionamento entre *Lean* e P+L

O relacionamento entre a área ambiental e *Lean* nas empresas A e C era considerado moderado enquanto na empresa B foi considerado frequente. Talvez na empresa A distância entre as áreas que pertencem a empresas diferentes pode afetar a sua colaboração. Já na empresa C o relacionamento é moderado devido ao *Lean* ainda estar em implantação e ao foco da área ambiental estar distribuído em diversos temas nos quais a P+L não tem a maior prioridade. O intenso relacionamento das áreas de *Lean* e Gestão Ambiental na empresa B pode ser atribuído a força da área dentro da empresa e necessidade eminente da área de *Lean* de consultar a Gestão ambiental sobre requisitos legais para suas melhorias. O aspecto consultivo no relacionamento das áreas também foi observado na empresa C na qual quando é sugerida alguma mudança de material pela área ambiental esta consulta a departamento de engenharia onde está a área de *Lean*. Nas duas

empresas de relacionamento “moderado” foram feitos Kaizens que traziam benefícios ambientais sem o envolvimento da Gestão Ambiental e sem a contabilização dos ganhos ambientais de redução de materiais e energia.

Foi observada apenas uma evidência de divergência entre as áreas de *Lean* e Gestão Ambiental que ocorreu na empresa B, que possui o relacionamento mais intenso entre as áreas. A área ambiental apontou que o foco da redução de custos da área de *Lean* prejudica as melhorias da Gestão ambiental que em geral estavam se concentrando na instalação de equipamento de controle a poluição que por sua vez aumentam os custos.

- Temas de relacionamento entre *Lean* e P+L

Considerando apenas a opinião dos responsáveis de *Lean* e de Meio Ambiente e excluindo a resposta do estudo piloto, no qual o gestor escolheu todas as opções, é mostrada na tabela 12 a recorrência de temas escolhidos.

Tabela 12 - Recorrência de temas de relacionamento entre P+L e *Lean* nas entrevistas dos responsáveis das áreas nos casos 1 e 2

| Tema | Contagem |
|------------------------|-----------------|
| Objetivos | 4 |
| Custos | 4 |
| Cultura | 4 |
| Desperdícios | 3 |
| Risco Ambiental | 3 |
| Impactos Ambientais | 3 |
| Práticas | 3 |
| Recursos Humanos | 3 |
| Requisitos Legais | 3 |
| Ciclo de Vida | 2 |
| Cadeia de Suprimentos | 2 |
| Consumidor e Sociedade | 1 |

Para os casos 1 e 2 (empresas B e C) os principais temas como os quais todos os quatro responsáveis pelas áreas concordam são: Objetivos, Custos e Cultura. Apenas um dos entrevistados discordou de temas: Desperdícios, Risco Ambiental, Impactos ambientais, Práticas, Recursos Humanos e Requisitos Legais.

Estes temas observados dominam, nas duas empresas estudadas, os relacionamentos entre as áreas e, a partir disso, podem ser definidas convergências e divergências entre P+L e *Lean*. A escolha dos temas provavelmente foi influenciada pela pouca integração entre P+L e *Lean*. Isso pode ser exemplificado com o caso 1 (empresa B) que possuía relacionamento diário entre os responsáveis das duas áreas, nele maior número de temas de relacionamento foram identificados do que na empresa C que apresenta um relacionamento ocasional entre as áreas. Assim temas como Ciclo de Vida e Consumidor e Cadeia de Suprimentos só apareceram no caso 1 (empresa B).

- Principal tema compartilhado entre *Lean* e P+L

A tabela 13 a seguir resume as respostas de todos os entrevistados sobre o principal tema compartilhado:

Tabela 13 - Compilação de respostas para tema compartilhado

| Estudo de caso | Entrevistado | Principal tema |
|----------------|--------------------------|--|
| Caso piloto | Gestor de <i>Lean</i> | Objetivos |
| Caso 1 | Diretor | Custo |
| | Gerente de <i>Lean</i> | Recursos Humanos Impactos Ambientais Requisitos Legais |
| | Gerente de Meio Ambiente | Objetivos |
| Caso 2 | Diretor | Consumidor e Sociedade |
| | Gerente de <i>Lean</i> | Desperdícios |
| | Gerente de Meio Ambiente | Objetivos |

Em geral não há consenso entre os entrevistados, porém todos os responsáveis pela Gestão Ambiental acreditam ser o tema objetivos que conecta a sua área com o *Lean*. Essa opinião é reforçada por aquela do gestor de *Lean* do estudo piloto. Lembrando que os temas provenientes da RBS possuíam maior ou menor abrangência, dentre estes, “Objetivos” se mostra um conceito sobre tudo amplo e que pode englobar outros temas como Custos, Desperdícios e Impactos Ambientais. Contudo, quando um gerente escolhe Objetivos como principal conexão entre sua área e outra ele pode querer dizer que as duas áreas compartilham objetivos, que muitas vezes se encontram subentendidos sem serem identificados ou priorizados.

- Priorização dos temas de convergência

Quando convidados a projetar uma possível integração entre P+L e *Lean* envolvendo as duas áreas os entrevistados tendiam a privilegiar temas mais familiares no contexto de sua própria área conforme foi apontado nas descrições dos casos.

Este comportamento de priorizar a própria área na integração pode retratar uma falta de preparo para acomodar temas da outra área ou uma postura de resistência a mudança. É possível que uma situação de integração de esforços de melhoria soe como ameaça de perda de cargo ou de perda de importância em um hipotético departamento unificado, seguindo uma hierarquia convencional só haveria espaço para um coordenador e isso pode gerar insegurança e estimular uma postura de autoproteção.

- Evidências de convergências e divergências

Foram observadas mais evidências para convergência do que para divergência, já que tratar divergências gerava desconforto nos entrevistados. As evidências de convergência demonstraram benefícios não intencionais do *Lean* no desempenho ambiental. Por sua vez as divergências tratavam de problemas como uma diretriz estratégica da empresa de privilegiar projetos de rápido retorno de investimento e uma incompatibilidade teórica entre *Lean* e custos gerados por soluções de controle a poluição.

- Convergências:

- Ferramenta *Lean* de gestão visual sendo usada para Gestão Ambiental (Piloto)
- Kaizens e melhorias *Lean* com impacto ambiental positivo como projetos de iluminação e redução de embalagens (casos 1 e 2)

- Divergências

- Foco em projetos de retorno de curto prazo (caso 1)
- Foco de redução de custos de *Lean* afetando investimentos em equipamentos controle da poluição (caso 1)

5. PROPOSTA DE DIRETRIZES

A partir de todas as informações levantadas através dos dois métodos de pesquisa, RBS e Estudos de Caso, são oferecidas diretrizes para integração do *Lean* e da P+L. Estas diretrizes estão agrupadas divididas em 4 diretrizes macro e 16 diretrizes específicas distribuídas segundo os temas de convergência e divergência obtidos na RBS e verificados nos Estudos de Caso.

A seguir são enunciadas as 4 diretrizes macro:

1-Valor:

O valor da “sustentabilidade” deve se incluso no Lean como meio de ampliar seus objetivos e expandir os resultados de redução de custos ao mesmo tempo que são alcançados ganhos de desempenho ambiental e imagem pública da empresa.

2-Objetivos:

Associar e fundir os objetivos de melhoria da P+L e Lean no contexto da empresa através da definição desperdícios que abranja tanto tempo e recursos quanto impactos ambientais, combinando as reduções de custos promovidas.

3-Estratégia

Coordenar estrategicamente a concretização do valor “sustentabilidade” através da integração entre o Lean e P+L alinhando as iniciativas desde o alto escalão da empresa até todos os atores internos (departamentos) e externos (e.g. fornecedores e órgãos ambientais).

4-Departamentos (equipe)

Integrar/fundir os departamentos e equipes de meio ambiente e Lean que estejam voltadas à implantação de melhorias de processo, garantindo seu equilíbrio e diversidade.

As 4 diretrizes estão relacionadas a 16 diretrizes específicas conforme a tabela 14, por sua vez descritas a partir dos temas de integração.

Tabela 14 – Diretrizes macro e específicas para integração entre Lean e P+L

| Diretriz macro | Diretriz específica | Tema |
|-----------------------|---|------------------------------|
| Valor | Utilizar o ciclo de vida dos produtos nas práticas e para avaliar as vantagens e desvantagens das opções de melhoria propostas, considerando cada fase | Ciclo de Vida |
| Valor | Identificar a sustentabilidade como um valor desejado pelo consumidor e pela sociedade ao avaliar o valor entregue pelo produto. | Consumidor e Sociedade |
| Valor | Fomentar a sustentabilidade dentro da filosofia Lean para tomada de decisões e geração de melhorias em todos os níveis, incluindo o fomento a sugestões de melhorias ambientais dentro do sistema de sugestão de melhorias do Lean | Cultura |
| Objetivos | Somar reduções de custos associadas à redução de impactos ambientais na avaliação das opções de melhoria Lean. | Custos |
| Objetivos | Ampliar o conceito de desperdícios para além das medidas de tempo e dos 8 desperdícios do Lean acomodando o desperdício de recursos naturais e a poluição. | Desperdícios |
| Objetivos | Definir e priorizar temas para integração de Lean e P+L entre as áreas envolvidas, dando atenção especial ao objetivo compartilhado de redução de desperdícios, presente nas duas estratégias. | Objetivos |
| Objetivos | Dar ênfase ao papel de geração de melhorias do departamento ambiental e associá-lo à prática do Lean. | Objetivos |
| Objetivos | Promover o uso de práticas das duas áreas (Lean e P+L) bem como utilizar práticas "híbridas" (VSM ambiental, gestão visual para Gestão ambiental) | Práticas |
| Estratégia | Estimular e promover a integração de Lean e P+L na geração de melhorias em toda a cadeia de suprimento, estimulando a adoção de ambas as estratégias pelos fornecedores. | Cadeia de suprimentos |
| Estratégia | Considerar retornos de médio e longo prazos para os investimentos em melhorias com benefícios ambientais. | Custos |
| Estratégia | Desencorajar a visão dos requisitos legais como barreiras e procurar eliminar, através de melhorias Lean e P+L, as causas de emissões/resíduos/efluentes para não necessitar cumprir requisitos legais que exigem soluções tecnológicas caras para operação e manutenção. | Requisitos Leais |
| Departamentos | Equilibrar as forças entre os departamentos e diminuir a distância entre seus colaboradores. | Cultura |
| Departamentos | Utilizar impactos e riscos ambientais como critérios na avaliação de opções de melhorias. | Impactos e Riscos ambientais |
| Departamentos | Utilizar o Lean como um sistema suporte para aplicação da P+L usando as práticas Lean com fins ambientais (Exemplos: incentivo de sugestão de melhorias ambientais no programa de participação do Lean e realização de Kaizens para melhorias para ganhos ambientais e operacionais). | Práticas |
| Departamentos | Montar times multidisciplinares com capacitação cruzada, o pessoal de Lean capacita o pessoal de meio ambiente em Lean e em contrapartida o pessoal de meio ambiente capacita o pessoal de Lean em P+L | Recursos Humanos |
| Departamentos | Solucionar possível rivalidade e noção de competição por atenção e recursos entre os departamentos. | Recursos Humanos |

A seguir cada diretriz específica é detalhada juntamente com as referências para seu estabelecimento:

Consumidor e Sociedade:

- Identificar a sustentabilidade como um valor desejado pelo consumidor e pela sociedade ao avaliar o valor entregue pelo produto.

Na literatura acadêmica e prática é possível encontrar trabalhos que estudam a formação e constituição do “Valor Ambiental”, corroborando sua presença na sociedade (STERN; DIETZ, 1994; GLOBAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT INITIATIVE, 2010). Na RBS foi identificado que a integração entre o *Lean* e a P+L traz vantagens para a imagem da empresa que passa a combinar aspectos de custo-benefício e responsabilidade socioambiental. Além disso, a empresa também estabelece maior vínculo com a sociedade local. Isso se dá tanto por meio da imagem da empresa para seus próprios colaboradores quanto pela antecipação e atendimento eficiente de todos os requisitos legais ambientais. Os estudos de caso mostraram que propostas de melhoria *Lean* de caráter ambiental já são uma manifestação do valor ambiental dentro das empresas. Contudo, esse valor não se encontra institucionalizado e não há estratégias vigentes, nas empresas estudadas, que busquem traduzir este valor diretamente dentro da melhoria de processos *Lean*.

Objetivos:

- Definir e priorizar temas para integração de *Lean* e P+L entre as áreas envolvidas, dando atenção especial ao objetivo compartilhado de redução de desperdícios, presente nas duas estratégias.

A RBS apontou para redução de desperdícios como fenômeno compartilhado entre as duas teorias, o que foi posteriormente avaliados nos estudos de caso e respaldado por algumas evidências, sobretudo no estudo de caso 2. Outros objetivos como redução de custos e redução de impactos ambientais, são mais centrais em uma das estratégias e menos na outra (redução de custos – *Lean*; redução de impactos – P+L). Apesar disso esses objetivos afetam diretamente as duas estratégias o que é comprovado pela constatação de que as melhorias ambientais não podem representar prejuízos aos custos e nem as melhorias *Lean* prejudicar o desempenho ambiental, especialmente deixando a empresa em descumprimento de um requisito legal ambiental. Desta forma, mostra-se especialmente vantajoso o agrupamento dos objetivos das duas estratégias. Nos estudos de caso, nos quais as empresas estudadas ainda não tratam os objetivos

conjuntamente, foram observadas melhorias que poderiam ter sua viabilidade avaliada de maneira mais vantajosa, como o caso da instalação de equipamentos de remoção de particulado no caso 1.

- Dar ênfase ao papel de geração de melhorias do departamento ambiental e associá-lo à prática do Lean.

A RBS reforça que medidas de controle de poluição, geralmente grande fonte de custos para a empresa, devem ser tomadas em último caso, dando-se prioridade à melhoria de processo. Também na RBS foi observado a relação da P+L com a redução de custos o que tornaria a sua integração ao processo de melhorias *Lean* ainda mais vantajoso do ponto de vista da redução de custos. Nos casos foi observado que os custos ambientais não eram avaliados nas melhorias *Lean*, prejudicando o uso do valor ambiental para a tomada de decisões.

Custos:

- Considerar retornos de médio e longo prazos para os investimentos em melhorias com benefícios ambientais.

A RBS aponta que a P+L também é associada com a redução de custos, o que, nos estudos de caso, se mostrou uma capacidade ainda subdesenvolvida da estratégia. No estudo de caso 1 as pressões por rápidos retornos de investimentos prejudicavam a melhoria de processos de viés ambiental, mostrando-se fundamental, para uma integração, que os retornos de investimentos possam ser avaliados de forma estratégica.

- Somar reduções de custos associadas à redução de impactos ambientais na avaliação das opções de melhoria *Lean*.

A partir da RBS é observado que o relacionamento entre o *Lean* e a P+L pode ser vantajoso para a redução de custos além da mera soma da redução de custos de cada uma das estratégias. O *Lean* é capaz de reduzir o investimento para implantação da P+L além de oferecer maiores chances de que esta seja bem-sucedida. Também a integração das estratégias propicia uma oportunidade para a redução de custos do cumprimento dos requisitos legais ambientais. Nos estudos de caso a tomada de decisão de melhorias *Lean* por aspectos ambientais se restringia

a consideração de descumprimento de requisitos legais ambientais que era uma preocupação dos gestores de *Lean* dos casos 1 e 2.

Cultura:

- Equilibrar as forças entre os departamentos e diminuir a distância entre seus colaboradores.

Como destaque dos estudos de caso se encontra a observação de que as empresas estudadas em geral privilegiavam mais um departamento do que outro, por exemplo *Lean* no estudo de caso piloto e Gestão Ambiental no estudo de caso 1. Esse quadro pode refletir tanto uma postura estratégica de foco nos objetivos de uma das duas estratégias ou um mero acaso de desalinhamento de desbalanceamento de poder. Em qualquer um dos casos se a sustentabilidade é identificada como valor do consumidor capaz tanto de ditar o cumprimento de requisitos legais quanto de gerar redução de custos e ganhos intangíveis de melhoria de imagem, deve haver um balanceamento de sua importância junto aos objetivos mais explicitamente mensuráveis do *Lean*. A RBS opontou que modelar as questões ambientais como barreiras é corriqueiro nas empresas, situação que pode ser rompida por meio do fomento de uma cultura de valorização equivalente entre as estratégias.

- Fomentar a sustentabilidade dentro da filosofia *Lean* para tomada de decisões e geração de melhorias em todos os níveis, incluindo o fomento a sugestões de melhorias ambientais dentro do sistema de sugestão de melhorias do *Lean*.

Dentre as constatações feitas através da RBS, entra-se a de que as duas estratégias são direcionadas a cultura de melhoria contínua o que favorece sua integração. Nos casos estudados não foi constado um sistema de sugestões que também avaliasse sugestões com vantagens particularmente ambientais, refletindo que em muitos casos na avaliação de opções de melhoria o valor ambiental não será traduzido em tomada de decisão.

Desperdícios:

- Ampliar o conceito de desperdícios para além das medidas de tempo e dos 8 desperdícios do *Lean* acomodando o desperdício de recursos naturais e a poluição.

A RBS apontou que a eliminação de desperdícios pode ser ampliada pela integração à medida que desperdícios ambientais, que também reduzem custos ao serem minimizados, encontram-se ocultos dentro dos desperdícios *Lean*. Nos casos estudados, as repostas sobre tema compartilhado entre as estratégias revelaram que mesmo nas empresas estudadas, nas quais integração entre *Lean* e P+L está distante da realidade, “Desperdícios” já pode ser vislumbrado como elo.

Impactos e Riscos ambientais:

- Utilizar impactos e riscos ambientais como critérios na avaliação de opções de melhorias.

Segundo a RBS, ampliar a redução de desperdícios significa ampliar a redução de impactos ambientais. Os estudos de caso por sua vez mostram que a tomada de decisão baseada no valor ambiental não ocorre no

das empresas estudadas. Assim, uma maneira de operacionalizar essa tomada de decisão é mensurar os impactos ambientais positivos e negativos de todas as opções de melhoria e usar esse dado na ponderação de sua viabilidade.

Práticas:

- Promover o uso de práticas das duas áreas (*Lean* e P+L) bem como utilizar práticas "híbridas" (VSM ambiental, gestão visual para Gestão ambiental).

As referências inclusas na RBS apontam que uma série de práticas *Lean* podem apresentar benefícios ambientais ou aplicadas com o propósito de minimizar impactos. Além disso, já é possível observar na literatura relatos de práticas híbridas, ou seja, práticas que foram alteradas em seu procedimento por visar atender a objetivos diferentes dos que originalmente as constituíram. Mesmo com as boas perspectivas para integração das práticas fica claro que como hoje constituídas as práticas não estão preparadas para integração e apresentam diferentes orientações e podem resultar em desastrosos conflitos de interesses. Os estudos de caso já mostraram tímidos indícios de aplicação de práticas *Lean* em contexto

ambiental o que suporta a hipótese de este ser um passo naturalmente desenvolvido por apresentar vantagens muito explícitas.

- Utilizar o *Lean* como um sistema suporte para aplicação da P+L usando as práticas *Lean* com fins ambientais (Exemplos: incentivo de sugestão de melhorias ambientais no programa de participação do *Lean* e realização de Kaizens para melhorias para ganhos ambientais e operacionais).

A revisão convencional de literatura apontou que em geral a P+L está inserida em um sistema de gestão que dá suporte a sua aplicação que pode ser tanto ao candidato natural, SGA, quanto outras opções como sistemas de qualidade. Isso se dá pela necessidade da P+L de acontecer de modo transversal e não se restringir a projetos isolados. Desta forma, integrar a P+L ao *Lean* configurado como sistema de produção fortaleceria sua aplicação ao mesmo tempo que expandiria os benefícios de ambos. Dando suporte a essa teoria está o estudo de caso 2 na qual a P+L era associada ao SGA.

Recursos Humanos:

- Montar times multidisciplinares com capacitação cruzada, o pessoal de *Lean* capacita o pessoal de meio ambiente em *Lean* e em contrapartida o pessoal de meio ambiente capacita o pessoal de *Lean* em P+L.

Nos estudos de caso os gerentes e gestores, na sua maioria, não se encontravam suficientemente capacitados nas duas estratégias para que suas ações fossem orientadas à sua integração. A RBS, por sua vez, chama atenção para os recursos humanos como sendo um tema chave no relacionamento entre o *Lean* e a P+L. Caso esses recursos humanos não estejam engajados e motivados com a possibilidade de integração nenhuma proposição teórica surtiria efeito ou melhoraria o desempenho das empresas. Daí a importância de se deixar claro os benefícios e incluir toda a mão de obra na construção da abordagem integrada. No estudo de caso 2 o diretor da planta afirmou que nenhuma decisão *top down* traria melhorias até que todos estivessem convencidos da finalidade da integração entre *Lean* e P+L.

- Solucionar possível rivalidade e noção de competição por atenção e recursos entre os departamentos.

Resultado direto do agravamento do desequilíbrio de forças entre os departamentos, a rivalidade pode ser um estágio avançado da falta de alinhamento das duas estratégias que muitas vezes tomam decisões sobre os mesmos assuntos. Nos estudos de caso em geral os departamentos se mostraram distantes para apresentarem conflito com exceção do caso 1 no qual o gestor ambiental frisou que era pressionado por demandas de dedução de custo que ele considerava anormais.

Requisitos Leais:

- Desencorajar a visão dos requisitos legais como barreiras e procurar eliminar, através de melhorias *Lean* e P+L, as causas de emissões/resíduos/efluentes para não necessitar cumprir requisitos legais que exigem soluções tecnológicas caras para operação e manutenção.

A literatura avaliada na RBS destaca os requisitos legais ambientais como um ponto particularmente sensível no relacionamento entre o *Lean* e a P+L. Ao mesmo tempo que uma abordagem integrada das estratégias poderia oferecer vantagens de redução de custo de atendimento de requisitos, antecipação de novas demandas legais e diminuição de riscos de descumprimento de padrões de emissão, são identificados importantes focos conflitos entre as estratégias relacionados a estes requisitos. Em meio aos conflitos que enumerados na literatura estudada merecem destaque: a) dificuldade de se minimizar desperdícios *Lean* em processos que estão engessados pelo atendimento a requisitos; e b) conflito de práticas *Lean* com os requisitos que em muitos casos estão modelados para sistemas de produção em massa e fortemente dependentes de tecnologias de controle da poluição. No estudo de caso 1 foi identificado o potencial de eliminação da necessidade de comprimento de requisitos legais através de um possível esforço conjunto de melhoria de processo, o que barateia as operações.

Ciclo de Vida:

- Utilizar o ciclo de vida dos produtos nas práticas e para avaliar as vantagens e desvantagens das opções de melhoria propostas, considerando cada fase.

O estudo das informações obtidas a partir da RBS coloca o ciclo de vida como o limite do sistema de atuação das práticas de Gestão Ambiental. Isso significa que são estudadas as interações com o ambiente desde a extração das matérias primas

até a as alternativas de fim de vida dos produtos (disposição, reuso, reciclagem, remanufatura). Essas esferas de decisão nos extremos a montante e a jusante da produção não são corriqueiras ao *Lean* observado tanto na RBS quanto nos estudos de caso realizados. Conseqüentemente podem ser aplicada praticas já desenvolvidas com a perspectiva do ciclo de vida embutida como aplicar essa escala de abrangência às práticas *Lean* e na avaliação da viabilidade de suas melhorias.

Cadeia de suprimentos:

- Estimular e promover a integração de *Lean* e P+L na geração de melhorias em toda a cadeia de suprimento, estimulando a adoção de ambas as estratégias pelos fornecedores.

Destaca-se dentre as informações sobre cadeia de suprimentos levantadas a partir da RBS que tanto o *Lean* quanto a P+L são estratégias que promovem a proximidade e a integração com a cadeia de suprimentos o que amplia ainda mais os benefícios de sua adoção integrada. Nos estudos de caso não foi observada ênfase na cadeia de suprimento dentre os temas de integração o que pode ressaltar que, se internamente a integração entre as duas estratégias é incipiente, sua extensão para outras esferas ainda não é arquitetada. Porém, este é um passo que oferece muitas vantagens e que, portanto, não deve ser negligenciado.

A medida que são observados os 12 temas de relacionamento entre *Lean* e a P+L fica claro que estes não apresentam a mesma abrangência e não são tópicos aplicados da mesma forma. Somando-se a isso está a grande inter-relação entre os temas observadas nas diretrizes que torna ainda mais obscuro o seu paralelismo no modelo conceitual da figura 19 da seção anterior. Em decorrência desses fatos é proposta uma alteração do modelo conceitual dos temas de relacionamento entre as estratégias de acordo com a figura 20 abaixo:

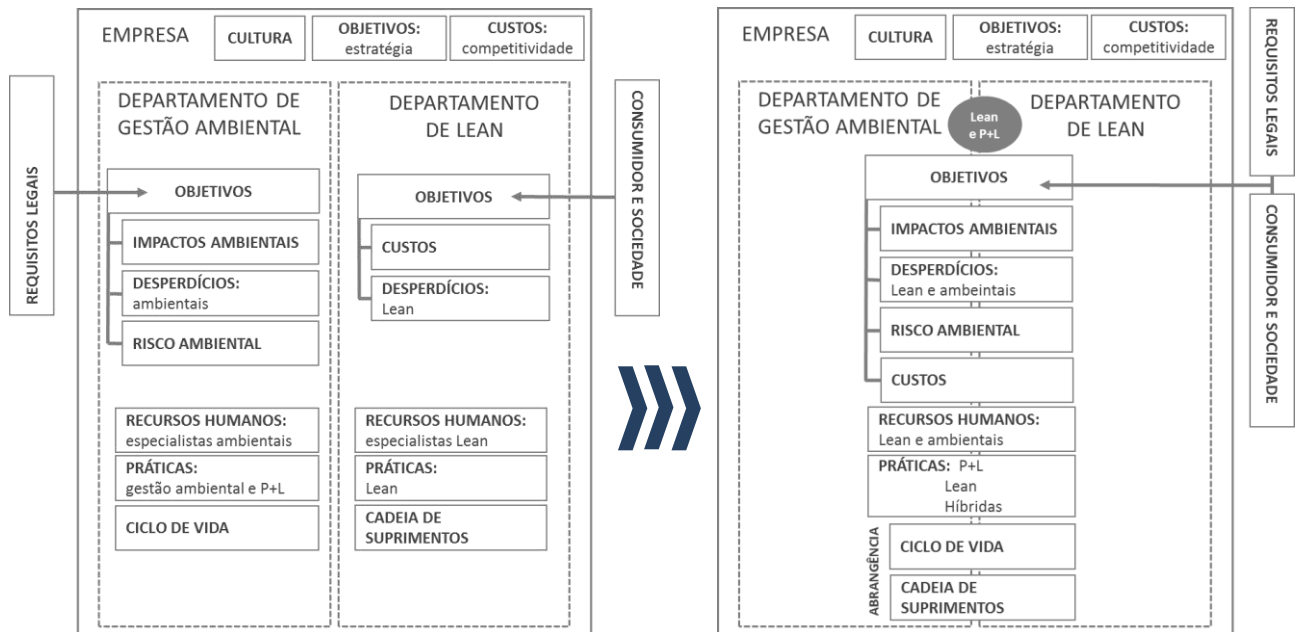


Figura 20 - Modelo conceitual de integração entre P+L e *Lean* a partir dos temas de convergência e divergência

Pode ser observado na figura que Cultura é um elemento dentro do limite do sistema da empresa que juntamente com custos e objetivos, permeia todos os departamentos. Custo e objetivos tem presença interna aos departamentos nos quais outros elementos são elencados como objetivos como o caso da própria redução de custos no departamento e *Lean*. Outros temas complementam os departamentos como os recursos humanos e as práticas utilizadas por eles dentro dos seus contextos de abrangência, cadeia de suprimentos para *Lean* e ciclo de vida para P+L. Há também temas externos às fronteiras do sistema empresa que alimentam os objetivos como o caso dos requisitos legais e o consumidor e sociedade.

Para a iniciativa de integração, delineada através das diretrizes propostas, é prevista uma fusão dos objetivos departamentais que passam a ser alimentados tanto pelos *inputs* de requisitos legais e do consumidor e da sociedade. Outra proposição são as equipes multidisciplinares englobando recursos humanos dos dois *expertises*. E por fim também é proposto adotar ambas as escalas de abrangência, ciclo de vida e cadeia de suprimentos.

6. CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS

A pesquisa apresentou as contribuições sobre a integração entre o *Lean* e P+L através dos dois métodos utilizados, RBS e estudo de caso.

Primeiramente a RBS forneceu o panorama com os principais estudos de integração entre as duas estratégias. A partir destes estudos foram extraídos 12 temas de relacionamento entre o *Lean* e a P+L: Objetivos, Custos, Desperdícios, Ciclo de Vida, Risco Ambiental, Impactos Ambientais, Práticas, Consumidor e Sociedade, Cultura, Recursos Humanos, Requisitos Legais e Cadeia de suprimentos. Observando as referências para cada um dos temas foram descritas convergências e divergências (tabela 7).

Ainda através da RBS foi levantado segundo a literatura o fenômeno compartilhado entre *Lean* e P+L, elemento essencial para a integração de duas teorias. E análise apontou Desperdícios como o fenômeno teórico compartilhado pelas estratégias.

O método estudo de caso foi empregado com a intenção de obter evidências empíricas para os 12 temas de convergências e divergências encontrados na RBS. Para tanto, foram definidas questões que avaliavam nos responsáveis por *Lean* e P+L: a percepção do relacionamento; temas de relacionamento; tema compartilhado e priorização dos temas para integração.

Os resultados mostraram que, de maneira geral, todos os temas obtidos na RBS foram identificados por 1 ou mais entrevistados, podendo estar presente em maior ou menor grau no relacionamento entre as estratégias nas empresas estudadas. Foi observado, nestas empresas, que tanto o *Lean* quanto a P+L encontram-se em diferentes estágios, alguns já mais estabelecidos outros em estágios iniciais, o que pode afetar a maneira com que se dá a integração entre as estratégias. O *Lean* encontrava-se em estágio de implantação nos casos 1 e 2 e mais consolidado no caso Piloto. A P+L não se encontrava formalizada em formato de um programa em nenhum dos casos, ocorrendo através da aplicação ocasional sob demanda. Todas as empresas estudadas detêm o certificado ISO 14001 e, portanto, possuem um SGA implantando. No caso 2 foi obtida evidência de que a P+L atua como meio para concretizar o planejamento estabelecido no SGA. De forma geral nenhum gerente ou gestor de *Lean* ou diretor de unidade conhecia a P+L, sendo esta uma evidência

de que o conceito pode estar, nestas empresas, restrito aos departamentos de meio ambiente e necessita de valorização e extensão para a empresa com um todo.

Houve pouco consenso a respeito do principal tema de convergências e divergências que seria um possível fenômeno compartilhado entre as estratégias. O único tema que apresentou recorrência foi “Objetivos”, escolhido pelos dois gerentes ambientais e pelo gestor de *Lean* do caso Piloto. Este é um tema muito amplo dentro do qual podem estar contidos outros temas como o próprio tema Desperdícios, apontado na RBS como fenômeno compartilhado. Desta forma apesar de apenas um entrevistado ter escolhido desperdícios como principal tema, o autor suporta Desperdícios como fenômeno compartilhado entre P+L e *Lean*.

Foram observadas poucas evidências de convergências e divergências, porém a análise da evidência obtida reforça a importância da integração entre o *Lean* e a P+L. Na empresa B na qual foi observada a divergência a respeito do foco na redução de custos do *Lean* que prejudica a gestão ambiental que no caso dessa empresa estava se dedicando a instalação de equipamentos de controle da poluição. Caso fosse priorizada a P+L e sua integração ao *Lean* os esforços poderiam ter sido concentrados na eliminação da geração de cavaco e poeira metálica ao invés da aquisição de equipamentos para controle da poluição. Tal solução possui alto custo de implantação e gera alto custos de operação e manutenção, além de resíduos a serem dispostos.

Os princípios de integração entre as duas estratégias observados foram caracterizados por um aspecto consultivo no qual um departamento fornece informação ao outro a respeito de questões específicas como forças externas importantes como Requisitos Legais.

As análises dos temas de convergência e divergência permitiram a proposição de uma lista de diretrizes para a integração entre as estratégias a qual não serve de modelo, mas é útil para apontar possíveis barreiras ou maneiras de potencializar os benefícios oferecidos pelas duas estratégias.

A integração entre *Lean* e P+L estuda nessa pesquisa parte da ideia de que se a variável ambiental fosse inserida ativamente na proposição de melhorias seria

possível deixar de obter ganhos ambientais como efeitos secundários e passar a potencializar a redução de custos e impactos ambientais.

Assim como a compartimentalização observada nos estudos de caso remete a divisão do trabalho determinada no sistema de produção em massa, a criação de práticas híbridas *Lean* e P+L encontradas tanto na RBS quanto nos estudos de caso apontam para o surgimento de novos elementos para os sistemas produtivos existentes. Considerando a máxima de que cada sistema de produção traduz a sociedade em que ocorre a história já vivenciou a Produção em Massa traduzindo euforia econômica e entusiasmo dos consumidores em velocidade e volume de produção para um mercado no qual o que se produzia era vendido. O Sistema de Produção Enxuta, *Lean*, por sua vez, forjado em uma nação em recessão e com alta instabilidade traduziu a necessidade de se incutir flexibilidade e de se obter o máximo dos recursos utilizados. Seguindo essa lógica espera-se que uma possível integração entre o *Lean* e a P+L seja a resposta para uma sociedade que passa a exigir de sua indústria o valor ambiental aplicado de forma ampla e trazendo ganhos verdadeiros.

6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

É importante ressaltar que o método estudo de caso não almeja validade externa, portanto as análises e conclusões são restritas aos casos estudados e podem eventualmente se assemelharem a situação de outras empresas.

6.2 FUTURAS PESQUISAS

Recomenda-se para as futuras pesquisas no tema:

- Fazer um estudo amostral dos temas de convergência e divergência.

- Estudar o tamanho do budget das áreas ambiental e *Lean* para qual predomina nas empresas.
- Relacionar grau de compartimentação da empresa com a integração entre *Lean* e P+L.
- Relacionar o nível de maturidade em *Lean* ou P+L às condições da sua integração.

7. BIBLIOGRAFIA

3M. 3P - Pollution Prevention Pays. Disponível em: <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3M-Sustainability/Global/Environment/3P/#3P_Philosophy>. Acesso em: 3 de novembro de 2013.

AGUADO, ; ALVAREZ, ; DOMINGO,. Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation. **Journal of Cleaner Production**, 2013. 1-8.

ANTONY, J.; ESCAMILLA, J. L.; CAINE, P. Lean Sigma. **Manufacturing Engineering**, p. 40-42, 2003.

BAE, J. W.; KIM, Y. W. **Assessing the environmental impacts of lean supply system: A case study of rebar supply in high-rise condominium construction projects**. 2009 Construction Research Congress - Building a Sustainable Future. Seattle: . 2009. p. 1009-1018.

BARROW, C. J. **Environmental Management for Sustainable Development**. New York: Taylor & Francis, 2006.

BERGMILLER, G. G.; MCCRIGHT, P. R. **Lean Manufacturers Transcendence to Green Manufacturing**. Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference. 2009 a.

BERGMILLER, G. G.; MCCRIGHT, P. R. **Parallel Models for Lean and Green Operations**. Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference. 2009 b.

BERGMILLER, G. G.; MCCRIGHT, P. R. **Are Lean and Green Programs Synergistic?** Industrial Engineering Research Conference 2009. 2009 c.

BHAMU, J.; SANGWAN,. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, 2014.

BIOLCHINI, J. et al. **Sytematic Reiew in Software Engineering**. 2005.

BIRKINSHAW, J.; HAMEL, G.; MOL, M. J. Management Innovation. **Academy of Management Review**. 825–845.

BRASIL. **LEI Nº 12.305 Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2010.

CAGNO, E.; TRUCCO, P.; TARDINI, L. Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial pollution prevention (P2) project reports. **Journal of Cleaner Production**, 2005.

CARSON, R. **Silent Spring**. Houghton Mifflin , 1962.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática**: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de desenvolvimento de Produto. Porto Alegre: . 2011.

COOK, D. J.; MULROW, C. D.; HAYNES, B. R. Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions. **Annals of Internal Medicine**, 1997. 376–380.

COOK, D. J.; SACKETT, D. L.; SPITZER, W. O. Methodologic guidelines for systematic reviews of randomized control trials in health care from the Potsdam Consultation on Meta-Analysis. **Journal of Clinical Epidemiology**, 1995. 167-171.

DAKOV, I.; NOVKOV,. Assessment of the lean production effect on the sustainable industrial enterprise development. **Business Theory and Practice**, 2007. 183–188.

DUES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 93-100, fevereiro 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652611005646>>.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from case Study Research. **Academy of Management Review**, 1989. 532-550.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Pollution Prevention**, 1990. Disponível em: <<http://www.epa.gov/p2/pubs/p2policy/act1990.htm>>. Acesso em: 04 outubro 2013.

EPA. **Facility pollution prevention guide**. Environmental Protection Agency - Office of Solid Waste. Washington. 1992.

EPA. **Federal Facility Pollution Prevention Planning Guide**. U.S. Environmental Protection Agency. Washington. 1994.

EPA. **Pursuing Perfection: Case Studies Examining Lean Manufacturing Strategies, Pollution Prevention, and Environmental Regulatory Management Implications**. 2000.

EPA. **The Lean and Green Supply Chain : A Practical Guide for Materials Managers and Supply Chain Managers to Reduce Costs and Improve Environmental Performance**. 2000.

EPA. **An Organizational Guide to Pollution Prevention**. EPA. 2001.

EPA. **Lean Manufacturing and the Environment : Research on Advanced Manufacturing Systems and the Environment and**. EPA. 2003.

EPA. **Lean Manufacturing and the Environment: Research on Advanced Manufacturing Systems and the Environment and Recommendations for**

- Leveraging Better Environmental Performance.** United States Environmental Protection Agency - Solid Waste and Emergency Response Division. 2003.
- EPA. **Pollution Prevention Framework.** U.S. Environmental Protection Agency - Office of Pollution Prevention and Toxics. Washington. 2005.
- EPA. **The Lean and Environment Toolkit.** 2007.
- EPA. **The Environmental Professional's Guide to Lean & Six Sigma.** EPA. 2009 a.
- EPA. **The Lean and Chemicals Toolkit.** 2009 b.
- EPA. **Lean & Water Toolkit, Achieving Process Excellence Through Water Efficiency.** EPA. 2011 a.
- EPA. **Lean, energy & climate toolkit.** EPA. 2011 b.
- EPA. Summary : Environmental Benefits of Lean Methods, p. 1-2, 2011 c. Acesso em: 28 agosto 2013.
- EPA. Environmental Benefits and Shortcomings, p. 1-2, 2011. Disponível em: <<http://www.epa.gov/lean/environment/benefits.htm>>. Acesso em: 28 agosto 2013.
- EPA. **Resource Guide to Effective Utility Management and Lean Improving Performance and Addressing Key Management Priorities at Water-Sector Utilities.** EPA. 2012.
- ESPOSTO, K. F. **Tese de Doutorado - Elementos Estruturais para gestão de desempenho em ambientes de Produção Enxuta.** São Carlos. 2008.
- FLIEDNER, G. **Sustainability:** a new Lean principle. Proceedings of the 39th annual meeting of the decision sciences institute. 2008. p. 3321-3326.
- FLORIDA,. Lean and Green- The Move to Environmentally Conscious Manufacturing. **California Management Review**, 1996. 80-105.
- FLORIDA, R. Lean and Green: The Move to Environmentally Conscious. **Manufacturing California Management Review**, v. 39, n. 1, 1996.
- GUPTA, M. C. Environmental management and its impact on the operations function. **International Journal of Operations & Production Management**, 1995. 34 - 51.
- HINES, ; HOLWEG, ; RICH, N. Learning to evolve - A review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, 2004. 994-1011.
- HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, n. 25, p. 420-437, 2007.

HUISINGH, D.; BAILEY, V. (Eds.). **Making Pollution Prevention Pay**. 1. ed. Pergamon Press, v. 1, 1982.

HUNT, C. B.; AUSTER, E. R. Proactive Environmental Management: Avoiding the Toxic Trap. **Sloan Management Review**, 1990. 7-18.

HUSTED, B. W. Culture and ecology: a cross-national study of the determinants of environmental sustainability. **Management International Review**, 2005. 349-371.

JABBOUR, J. C. et al. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, p. 1-12, 2012.

KHALILI, et al. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **Journal of Cleaner Production**, 2015. 30-43.

KING, A. A.; LENOX, M. J. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 244-256, 2001. Disponivel em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0039569556&partnerID=40&md5=086b0b6b8f1e067b0d70f26b888d5f0a>>.

KLASSEN,. Just-in-time manufacturing and pollution prevention generate mutual benefits in the furniture industry. **Interfaces**, Maryland, 2000. 95-106.

LARSON, T.; GREENWOOD, R. Perfect complements: Synergies between lean production and eco-sustainability initiatives. **Environmental Quality Management**, v. 13, n. 4, p. 27-36, 2004. Disponivel em: <<http://search.proquest.com/docview/36164918?accountid=14643>>.

LAWRENCE, P. R.; LORSCH, J. W. **Organization and Environment – Managing Differentiation and Integration**. Boston: Harvard Business School Press, 1986.

LIKER, J. K. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2003.

MATTHEWS, ; HENDRICKSON,. The Economic and Environmental Implications of Centralized Stock Keeping. **Journal of Industrial Ecology**, 2003. 71-81.

MAXWELL, J. et al. Case study: Honda of America Manufacturing, Inc.: Can lean production practices increase environmental performance? **Environmental Quality Management**, v. 8, n. 1, p. 53-61. Disponivel em: <<http://search.proquest.com/docview/743654504?accountid=14643>>.

MAYER, J.; SPARROWE,. Integrating Theories in AMJ Articles. **Academy of Management Journal**, v. 56, p. 917–922, 2013.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook**. 2^a. ed. Sage Publications, 1994.

MILLER, G.; PAWLOSKI, J.; STANDRIDGE, C. A case study of lean, sustainable manufacturing. **J. Ind. Eng. Manage.**, School of Engineering, Grand Valley State University, United States, v. 3, n. 1, p. 11-32, 2010. Disponível em:

<<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79951858971&partnerID=40&md5=2c6ef19be3a8dbd5e7d501f76b3ef0d0>>.

MOLLENKOPF, et al. Green, lean, and global supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 2010. 14-41.

MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M. Learning on lean: a review of thinking and research. **International Journal of Operations & Production Management**, 2012. 551-582.

NAHMENS, I. **From Lean to Green Construction: A Natural**. Construction Research Congress. American Society of Civil Engineers. 2009. p. 1058-1067.

NILSSON, et al. **Cleaner Production Technologies and Tools for Resource Efficient Production**. The Baltic University Press, 2007.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala** 1997. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAGELL, M.; KATZ, ; SHEU,. The importance of national culture in operations management research. **International Journal of Operations & Production Management**, 2005. 371-394.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, 2009. 127-142.

PORTER, M. **Discurso na Conferência da EPA sobre "Clean Air Marketplace"**. Harvard Business School. 1993.

REALI, A. F. **Aplicação da técnica de eventos Kaizen na implantação de Produção Enxuta. Dissertação (Mestrado)**. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo. São Carlos. 2006.

ROMM, J. J. **Lean and Clean Management: how to boost profits and productivity by reducing pollution**. 1. ed. Kodansha International, 1994.

ROTHENBERG, S. Knowledge content and worker participation in environmental management at NUMMI. **Journal of Management Studies**, 2003. 1783-1802.

ROTHENBERG, S.; FRITS, K. P.; MAXWELL, J. Lean, green, and the quest for superior environmental performance. **Production and Operations Management**, 2001. 228-243.

ROYSTON, M. G. Making Pollution Prevention pay. In: HUISINGH, ; BAILEY, V. **Making Pollution Prevention pay**. Pergamon Press, 1982. Cap. 1, p. 1 - 16.

SCHONBERGER, R. J. Some observations on the advantages and implementation issues of just-in-time production systems. **Journal of Operations Management**, 1982. 1-11.

SHAH, R.; CHANDRASEKARAN, A.; LINDERMAN, K. In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma. **International Journal of Production Research**, v. 46, p. 6679–6699, 2008.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, n. 25, p. 785–805, 2007.

SILVA, D. A. L. et al. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**, 2013. 174-187.

SIMPSON, F.; POWER, D.. Use the supply relationship to develop lean and green suppliers. **Supply Chain Management-an International Journal**, 2005. 60-68.

SOBRAL, C.; JABBOUR, A. B. L. D. S.; JABBOUR, J. C. Green Benefits From Adopting Lean Manufacturing : A Case Study From the Automotive Sector. **Environmental Quality Management**, p. 65-72, 2013.

SOLTERO, C.; WALDRIP, G. Using Kaizen to Reduce Waste and Prevent Pollution. **Environmental Quality Management**, v. 11, n. 3, p. 23-38, 2002. Disponivel em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/tqem.10026>>.

STUART, I. et al. Effective case reseach in operations management: a process perspective. **Journal of Operations Management**, 2002. 419-433.

SUDDABY,. Editor's comments: Construct clarity in theories of management and organization. **Academy of Management Review**, 2010. 346–357.

TORIELLI, R. M. et al. **Using lean methodologies for economically and environmentally sustainable foundries**. 69th World Foundry Congress. 2010. p. 74-88.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, 2003. 207–222.

TURKULAINEN, ; KETOKIVI, M. Cross-functional integration and performance: what are the real benefits? **International Journal of Operations & Production Management**, 32, 2012. 447-467.

UNEP. **Cleaner Production - a training resource package**. Industry and Environment. Paris: . 1995.

UNEP. **Cleaner Production - Seventh International High-level Seminar**. Division of Technology, Industry and Economics. Prague. 2002.

UNEP. **Industry and Environment**. Cleaner Production - Seventh International High-level Seminar. Prague: . 2002. p. 5.

UNEP. **Status Report: Cleaner Production in Latin America and the Caribbean**. United Nation Environment Programmer - Division of Technology, Industry and Economics. Paris. 2002.

UNIDO / UNEP. **Guidance Manual - How to establish and operate cleaner production centers**. Cleaner Production and Environmental Management Branch. Viena. 2011.

VAIS, A. et al. "Lean and Green" at a Romanian secondary tissue paper and board mill - putting theory into practice. **Resources Conservation and Recycling**, v. 46, n. 1, p. 44-74, janeiro 2006.

VINODH, ; ARVIND, K. R.; SOMANAATHAN,. Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives. **Clean Technologies and Environmental Policy**, 2011. 469–479.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations Management**, 2002. 195-219.

WACKER, J. G. A conceptual understanding of requirements for theory building-guidelines for scientific theory building. **Journal of Supply Chain Management**, v. 44, julho 2008. ISSN 3.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking - A Mentalidade Enxuta na empresas**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Harper Perennial, 1990.

YANG, M. G. (.; HONG, P.; MODI, S. B. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, 2011.

YIN, R. K. **Case Study Reserch: design and methods**. 4^a. ed. SAGE Publications, v. 5, 2009.

APÊNDICE A - PROTOCOLO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

O Protocolo de revisão sistemática reúne as regras e etapas para a realização de uma Revisão Bibliográfica Sistemática. Dentro dele se encontram as bases de dados⁴ científicas, os termos pesquisados, sua combinação, bem como critérios de inclusão, exclusão e classificação dos resultados das buscas

1 Formulação da Questão

O início de uma revisão sistemática é marcado pela definição das bases para sua condução, que incluem a definição do objetivo, identificação de um problema para ser atacado, escolha dos estudos⁵ que servirão como referências primárias, determinação da pergunta a ser respondida pela revisão sistemática e as palavras chave utilizadas para buscar estudos.

1.1 Objetivo

Nessa sessão são definidas as expectativas a cerca dos resultados da revisão sistemática. Desta forma espera-se com a RBS:

- A) Identificar o estado da arte da integração entre *Lean* e P+L.
- B) Levantar divergências e convergências entre *Lean* e P+L.
- C) Determinar o fenômeno de integração entre as duas estratégias.

1.2 Identificação dos problemas

O problema é uma breve descrição do contexto em que a revisão está inserida, direcionando ao objetivo da pesquisa.

- A) Só é possível verificar a se a integração entre *Lean* e P+L é válida e desenvolver propostas para utilização conjuntas das duas técnicas a partir do conhecimento do estado da arte da integração das duas estratégias.

1.3 Referências primárias

O papel das referências primárias é contribuir com o conhecimento prévio sobre as áreas de interesse, além de fornecer os termos usados como palavras chave.

⁴ Base de dados (científicos): um repositório virtual de artigos, teses, relatórios, entre outros.

⁵ Estudo para esta pesquisa se refere a uma produção científica de formato indistinto, abrangendo desde dissertações, teses, artigos científicos a relatórios.

Foram utilizados como referências primárias artigos com maior número de citações nas bases de dados utilizadas, além de publicações de integrantes do grupo, especialistas dentro das áreas de interesse.

Lean:

(WOMACK, JONES e ROOS, 1990)

(LIKER, 2003)

(ESPOSTO, 2008)

P+L:

(CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005)

(UNIDO / UNEP, 2011)

(EPA, 1992)

1.4 Questões de pesquisa

As questões aqui definidas devem ser respondidas pelos resultados da revisão sistemática.

Qual o estado da arte da integração entre *Lean* e P+L? Quais as divergências entre as estratégias encontradas na literatura?

1.5 Palavras-chave

Consultando as referências primárias foram selecionadas as palavras chave mais usadas para se referir às áreas de interesse. Essas palavras chave não representam sinônimos, mas são capazes de obter resultados dentro da área de interesse quando combinados.

- P+L:
 - *cLean*⁶ (*cLean/cLeaner*) production;
 - pollution prevention;
 - resource efficient/efficiency (production, manufacturing, methods);
 - sustainab*(sustainable, sustainability);
 - green;
 - environmental;

⁶ O asterisco indica que a palavra pode ser completada com qualquer terminação durante a busca

- environmentally
- *Lean*:
 - *Lean* manufactur* (manufacture, manufacturing);
 - *Lean* thinking;
 - *Lean* production;
 - *Lean* system* (system, systems);
 - toyota production system* (system, systems)

2 Escolha das bases de dados

Nessa sessão são descritos o procedimento e critérios para a seleção das bases de dados a ser utilizada para a revisão sistemática.

2.1 Critérios para inclusão/ exclusão de bases de dados

Foram definidos critérios para escolha das bases de dados. Dessa forma foram inclusas bases que respeitassem todos os critérios abaixo:

- Ser local de hospedagem de artigos da área de gestão de operações;
- Ser local de hospedagem de materiais sobre a *Lean* e P+L;
- Utilização da língua inglesa no mecanismo de busca e conteúdo;

2.2 Procedimento de avaliação de bases de dados

Atendendo estes critérios, as bases de dados foram testadas segundo os objetivos da pesquisa. Primeiramente foram consultadas as bases de dados para conteúdo de gestão de operações acessíveis via USP e CAPES.

O procedimento de teste das bases de dados consistiu na busca de strings que representem os termos básicos da pesquisa.

A primeira *string* de teste foi: [*cLeaner production*]. Caso o teste retorne algum resultado, são testados o string: [*cLeaner production* AND *Lean*].

Nesse processo de busca dos strings de teste também foi observado se a base estava em língua inglesa.

2.3 Bases selecionadas

Seguindo o procedimento de teste as bases que respeitam todos os critérios são:

Web of Knowledge

http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=2DilgeeNLEkHfI6Pa3D&preferencesSaved=

SCOPUS

<http://www.scopus.com/home.url>

Engineering Village

<http://www.engineeringvillage.com/controller/servlet/Controller?CID=quickSearch&database=131073>

Proquest

<http://search.proquest.com/index>

EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) – Página *Lean and Environment*

<http://www.epa.gov/Lean/environment/>

Mesmo não sendo uma página de conteúdo acadêmico, esta foi utilizada como base de dados devido a sua utilização como referência nos artigos encontrados nas demais bases. A estrutura iterativa do método de RBS permite o ajuste da pesquisa e dessa forma esta base foi incluída.

3 Seleção de estudos

A seleção dos estudos é realizada após serem definidas as bases de busca. Para realizar esta seleção é necessário determinar os critérios de inclusão, exclusão e de qualificação dos artigos, métodos de busca, ajustes da busca e os filtros.

3.1 Critérios de inclusão e exclusão de artigos

Nesta etapa é definido se os estudos deverão ou não ser selecionados para compor o banco de dados da RBS. Os critérios de inclusão e exclusão de artigos são de grande importância, visto que ao realizar as buscas espera-se encontrar um grande número de estudos que não respondam as questões da pesquisa. Dessa forma foram determinados os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- Estar na língua inglesa;

- Disponibilidade de arquivo completo para download⁷;
- Serão excluídas os estudos em duplicatas;
- Serão aceitos todos os tipos de estudos sobretudo artigos em periódicos, relatórios e publicações de conferências.
- São inclusos estudos que tratam em algum nível o relacionamento entre P+L e *Lean*.

3.2 Critérios de qualificação de artigos

Os critérios de qualificação de artigos têm o objetivo descrever características dos artigos e possibilitar a sua filtragem. Para esta pesquisa os critérios são:

Dados Bibliográficos : fornecidos pelas bases de dados

- Título
- Autores
- Número de citações

Qualificação Preliminar

- Grau de aderência ao tema “integração entre *Lean* e P+L”:
 - Baixo: menciona superficialmente os dois temas sem estabelecer uma relação clara
 - Moderado: Trata dos dois temas mas privilegia um ou outro.
 - Alto: Aborda diretamente o relacionamento entre *Lean* e P+L.
- Método de pesquisa a) case b)survey c)survey e case d)teórico e) não indicado
- Tipo de documento : a) artigo em periódico b) artigo em conferência
c) relatório d) página da internet
- Local de origem do estudo: indica o país onde foi elaborado
- Setor em que o estudo foi desenvolvido: automobilístico, aeronáutico, moveleiro, químico, construção civil, eletrônicos e bens de consumo;

⁷ Este critério foi incluído devido a impossibilidade inclusão de artigos que não estão disponíveis para acesso e download porém são resultados das buscas.

- Objetivo do estudo: breve descrição do objetivo para orientar as análises.

Qualificação específica

- Convergência entre as estratégias *Lean* e P+L: descrição de como *Lean* e P+L (ou gestão ambiental de forma geral) podem alcançar melhores resultados combinados.
- Divergência entre as estratégias *Lean* e P+L: descrição de diferenças e conflitos entre as estratégias.
- Fenômeno de Convergência: determinar qual o fenômeno que une as duas estratégias.

3.3 Método de busca

O método de busca consistiu no uso de strings definidos de forma a retornem resultados que contenham, simultaneamente, pelo menos uma palavra-chave referente a P+L e uma palavra-chave referente ao *Lean* nos campos de busca: título, resumo ou palavras-chave. A definição dos *strings* deve ser adequada a cada base de dados pesquisada, uma vez que os mecanismos de busca variam.

Na base de dados EPA não foi utilizada a busca com operadores lógicos devido à ausência desse mecanismo na base. Assim os estudos da base foram obtidos por navegação seguida de download.

3.4 Strings

Os strings de busca são combinações de vetores de busca ou palavras-chave através de operadores lógicos.

Web of Knowledge

("c*Lean** production" OR "pollution prevention" OR "resource efficien*" OR "sustainab*" OR "green" OR "environmental" OR "environmentally")

AND

("Lean manufactur*" OR "Lean thinking" OR "Lean production" OR "Lean system*" OR "toyota production system*")

Scopus

{cLean production} OR {cLeaner production} OR {pollution prevention} OR {resource efficient} OR {resource efficiency} OR {sustainable} OR {sustainability} OR {green} OR {environmental} OR {environmentally}

AND

{Lean manufacture} OR {Lean manufacturing} OR {Lean thinking} OR {Lean production} OR {Lean system} OR {Lean systems} OR {toyota production system} OR {toyota production systems}

Engineering Village

((({cLeaner production} OR {cLean production} OR {pollution prevention} OR {resource efficient} OR {resource efficiency} OR {sustainable} OR {sustainability} OR {green} OR {environmental} OR {environmentally}) wn KY) AND (({Lean manufacture} OR {Lean manufacturing} OR {Lean thinking} OR {Lean production} OR {Lean system} OR {Lean systems} OR {agile production} OR {Toyota production system} OR {toyota production systems }) wn KY)

Proquest

(AB,IF,TI("cLeaner production" OR "cLean production" OR "pollution prevention" OR "resource efficient" OR "resource efficiency" OR "sustainable" OR "sustainability" OR "green" OR "environmental" OR "enviromentally")) AND (AB,IF,TI("Lean manufacture" OR "Lean manufacturing" OR "Lean thinking" OR "Lean production" OR "Lean system" OR "Lean systems" OR "toyota production system" OR "toyota production systems"))

3.5 Filtros

O filtro é o procedimento pelo qual os estudos são avaliados de acordo com critérios de exclusão/inclusão e classificação. A aplicação de filtros se dá coma a leitura de resumo, trechos do estudo e texto completo.

3.5.1 Filtro 1

No Filtro 1 os estudos ainda na base de dados são submetidos aos critérios de inclusão e exclusão. Em seguida são analisados o título, resumo e palavras chave e reaplicados os critérios de inclusão e exclusão.

3.5.2 Filtro 2

O Filtro 2 consiste na leitura da leitura do estudo e classificação segundo os critérios de qualificação preliminares descritos anteriormente: método de pesquisa; tipo de documento; local de origem do estudo; setor em que o estudo foi desenvolvido; objetivo do estudo.

3.5.3 Filtro 3

No Filtro 3 é efetuada uma segunda leitura dos estudos e classificação segundo os critérios de qualificação específicos e são utilizados os critérios de qualificação preliminares para restrição da análise.

APÊNDICE B – QUESTÕES PARA PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO

As questões abaixo foram organizadas segundo uma estrutura de funil, na qual as primeiras questões são mais amplas do que as últimas.

Q1. O *Lean* e a P+L se relacionam? Como?

- Possíveis fontes de dados:
 - Responsáveis de *Lean*
 - Responsáveis da área ambiental
 - Chefe da unidade de negócio (UN)
- Exemplos de estratégias:
 - Questão aberta para fontes de dados.
 - Questão fechada para fontes de dados.
 - Questionar sobre a existência de esforços anteriores de integração e motivos.
 - Desenhar um diagrama com o relacionamento entre as estratégias.
 - Desenhar linha do tempo com iniciativas *Lean* e ambientais e resultados.

Q2. Qual o fenômeno (tema) compartilhado pelo *Lean* e pela P+L? Por quê?

- Possíveis fontes de dados:
 - Responsáveis de *Lean*
 - Responsáveis da área ambiental
 - Chefe da unidade de negócio
- Exemplos de estratégias:
 - Escolher dentre os temas de convergência e divergência (modelo conceitual) aquele que represente o elo de integração entre as estratégias. Justificar escolha.
 - Questionário e classificação em grau de importância para integração.
 - Justificativa da escolha do tema mais importante.

Q3. Quais os temas de convergência e divergência entre o *Lean* e a P+L?

- Possíveis fontes de dados:
 - Responsáveis de *Lean*
 - Responsáveis da área ambiental
- Exemplos de estratégias:
 - Escrever uma lista com os principais temas de convergência e divergência estudados.
 - Avaliar a lista de temas de convergência e divergência e retirar e adicionar temas de acordo com a percepção.

- Questionário para avaliar situações de convergência e divergência no qual seria possível identificar a quais temas pertencem as convergências e divergência com as quais os entrevistados mais consideram similares à situação da sua empresa.

Q4. Como o temas de relacionamento entre *Lean* e P+L devem ser priorizados para otimizar a integração entre as estratégias? Por quê?

- Possíveis fontes de dados:
 - Responsáveis de *Lean*;
 - Responsáveis da área ambiental;
- Exemplos de estratégias:
 - Ranquear os temas de convergência e divergência.
 - Simular uma situação onde o entrevistado seria responsável por implantar a integração das estratégias na sua empresa e teria 100 pontos de recursos para distribuir em projetos em cada um dos temas de convergência e divergência.
 - Em mesma simulação listas as pessoas e competências que seriam escaladas para o time de que efetuaría a implantação da integração.
 - Desenhar um diagrama de campos de força sobre os temas de convergência e divergência e identificação da sua influência na promoção ou resistência à integração através da representação de vetores.
 - Justificativa das escolhas.

Guia de elaboração de relatórios

- Público:
 - Relatórios individuais: empresas pesquisadas e pesquisadores deste projeto;
 - Relatório de cruzamento de casos: público acadêmico e empresas interessadas;
- Estrutura
 - Relatórios individuais: estrutura de incerteza (resultado no início seguido de tentativas de explicação);
 - Relatório de cruzamento de casos: analítica linear ou científica, que significa ter os tópicos como problema revisão de literatura, método, resultados e análises e conclusão;
- Início
 - Relatórios individuais: após cada estudo de caso;
 - Relatório de cruzamento de casos: após o término de todos os estudos de caso individuais;
- Revisões

- Relatórios individuais: serão revisados pelas empresas estudadas, especialmente pelos participantes das entrevistas e pelo funcionário (contato) que possibilitou a realização do estudo de caso;
- Relatório de cruzamento de casos: será revisado pelo pesquisador, seu orientador e membros do grupo de pesquisa.

APÊNDICE C – GUIA DE CAMPO



The University of
Nottingham

Case Study Procedure

Researcher: Raphael Cobra



Introduction



Agenda

1. Motivation and objectives
2. Introductory questions
3. Perception on the relationship between Lean and Environmental Management
4. What themes connect the approaches?
5. Choose the major link
6. How should the themes be prioritized for integrating the approaches?
7. Next steps

Agenda

1. Motivation and objectives
2. Introductory questions
3. Perception on the relationship between Lean and Environmental Management
4. What themes connect the approaches?
5. Choose the major link
6. How should the themes be prioritized for integrating the approaches?
7. Next steps

Question Format

Yes or No question - Reaction

Followed by justification

Hypothetical situation

1 - Motivation and Objectives

Collaborative research : University of Paulo & University of Nottingham
 Study of the convergences and divergences between Lean Manufacturing and an Environmental Management approach named Cleaner Production or Pollution Prevention

- **Convergence:** Eliminating lean waste frequently implies on eliminating the materials and energy used.
- **Divergence:** In order to reduce lead time some energy consuming steps can be added. And also all the set ups may waste the initial resources necessary for the process.

Motivation

Studies have found:

Lean contributes to achieving a better environmental performance

Environmental Management can help further waste minimization

Some have perceived that the two approaches may diverge and harm each other's objectives.

Importance

In understanding the convergences and divergences of the two approaches lies the potential of unlocking superior business and environmental performances. This would benefit both the business and the environmental sustainability.



2 - Introductory questions

Lean manager

- Can you briefly describe your role as a manager
- Are you familiar with Cleaner Production or Pollution Prevention?
 - If yes: how did you get in contact with the theme?
 - If no: are you familiar with Environmental Management initiatives aimed to reduce waste and environmental impacts? Can you name some you are aware that are currently planned or implemented? (e.g. EMS, ISO 14000, LCA)



2 - Introductory questions

Environmental manager

- Can you briefly describe your role as a manager
- Are you familiar with Lean Manufacturing?
 - If YES: How did you get in contact with the theme?
 - If NO: Are you familiar with some continuous improvement programs or projects aimed at improving the cost reduction and the delivery of value to the customer? Can you name some you are aware of?

3 - Perception on the relationship

A) Do you think Lean and Environmental Management/ Cleaner Production are related to a certain degree in the context of this business unit?

- If YES: How would you classify this relationship between strong, moderate and weak?
- If NO: Why do you think the two approaches are not related in the case of this business unit?

B) Are there decisions which are taken collaboratively between the two areas or that go through consideration of the two areas? Does any Lean / EM decisions involve Lean/EM participation?

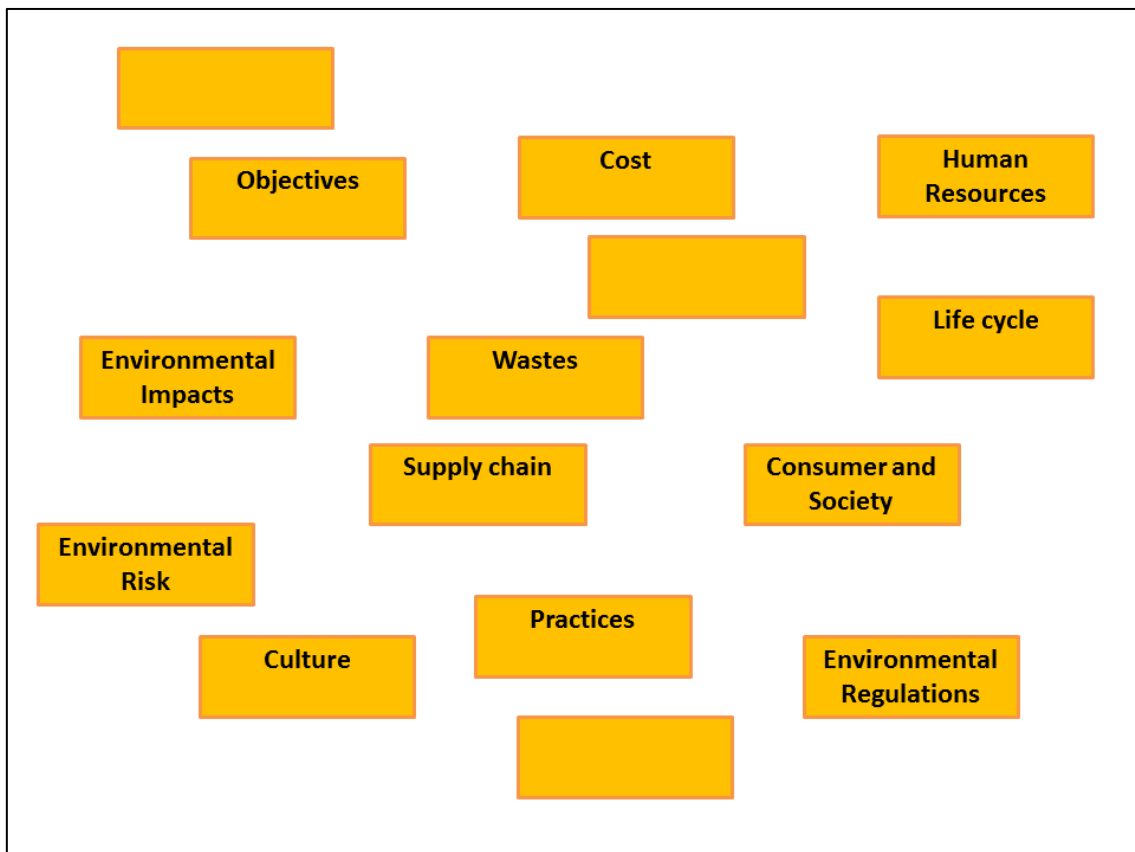
- If YES: Could you describe this shared decision process? (sketch a diagram)
- If NO: Why do you think the two areas end up not sharing decisions?

4 - What themes connect the two approaches in this plant?

A) From the cards with possible links choose the ones which you believe connect Lean and Environmental Management/ Cleaner Production?

Rules:

- Choose as many as you want
- You can add themes
- By connection themes we mean: themes where both Lean and Environmental Management/ Cleaner Production are involved in the decision process. So these connection themes do not include just the themes where the two approaches are positively related but also themes where conflicts can be observed.



5 -Choose the major link

A) From the themes you have chosen to represent where the two approaches interact, which one do you consider the most significant?

B) Why have you chosen this theme?



6 - How should the themes be prioritized to optimize the integration

A) Would you be nominated as the manager entitled to carry on a project for integrating Lean and Environmental Management/Cleaner Production how would you:

- distribute resources if you had 100 money/time units of investment to spend in the themes you have chosen so the best integration result possible is achieved?
- prioritize the improvement efforts? What themes would you address with short-term, mid-term and long-term efforts?

7 - Next Steps

- A) The responses are going to be submitted to your consideration.
- B) The NDA is going to be signed.
- C) A brief report on the study. Emphasizing the different perceptions is going to be submitted to the company case study sponsor.
- D) Companies perceptions are going to be compared and the final results are going to be obtained.