



Ecoinovação: revisitando o conceito

Priscila Koeller (IPEA)

Pedro Miranda(IPEA)

Maria Cecília Lustosa (FEAC/UFAL)

Gabriela Podcameni (IFRJ)

Resumo

A inovação com a incorporação da dimensão ambiental ou ecoinovação tornou-se elemento central do debate sobre desenvolvimento econômico e social frente aos problemas ambientais crescentes decorrentes da ação humana, como visto nas discussões sobre *green economy* ou *green growth*. Tendo esta motivação, este artigo resgatou a relação entre meio ambiente, tecnologia e inovação e a discussão conceitual sobre ecoinovação, com foco em suas características e possíveis alterações em razão da 4ª Edição do Manual de Oslo. Este resgate reforçou aspectos fundamentais do mesmo, como a mudança do foco para os resultados alcançados. Porém, reforçou também dificuldades de mensuração da ecoinovação, especialmente se considerada a avaliação do ciclo de vida. Ao mesmo tempo, apontou que a incorporação da 4ª Edição do Manual e da possibilidade de considerar outros agentes além das empresas como ecoinovadores poderá contribuir para reduzir divergências entre conceitos analisados e para consolidar o conceito de ecoinovação.

Palavras-chave: Ecoinovação; Inovação Ambiental; Manual de Oslo.

Abstract

Innovation with environmental dimension or eco-innovation became a central element in discussions on economic and social development and growing environmental issues arising from human action, as on green economy or green growth debate. With this motivation, this article reviews the relationship between environment, technology and innovation and the conceptual discussion on eco-innovation, focusing on its characteristics and possible changes due to the Oslo Manual, 4th Edition. This analysis reinforced some of its fundamental aspects, as the focus to the results achieved on environmental. However, it also reinforced difficulties in measuring eco-innovation, especially considering life-cycle assessment. At the same time, this paper pointed out that with Oslo Manual, 4th edition, and the possibility of considering other agents besides the companies as eco-innovators could contribute to reduce divergences between analyzed concepts and to consolidate an eco-innovation concept.

Key words: Eco-innovation; Environmental innovation; Oslo Manual.

Área ABEIN: 5.3 - Inovação, ecoinovação, desenvolvimento e sustentabilidade

Classificação *Journal Economic Literature* (JEL): Q55 - *Technological Innovatio*

1. Introduçãoⁱ

As preocupações com riscos ambientais do crescimento econômico se acentuaram a partir da segunda metade do século XX e, nos anos 2000, têm se tornado o centro de debates e políticas específicas, inclusive no âmbito de organismos internacionais. As discussões extrapolaram a questão do crescimento e linhas de pesquisas que vem ganhando espaço na literatura têm discutido em que medida é possível promover o desenvolvimento baseado nos padrões de produção e consumo atuais e quais seriam as alternativas existentes. Este assunto é especialmente importante para os países em desenvolvimento, mas também é pauta para os países desenvolvidos, que têm observado o crescimento dos níveis de desigualdade, especialmente na última década. (CEPAL, 2016).

Em função do reconhecimento desse impasse e dos desafios que ele impõe a todos os países, um novo modelo de desenvolvimento passou a ser debatido de maneira mais sistemática nos fóruns internacionais, resultando em publicações e medidas. Destes, ressaltam-se: em 1987, a publicação do Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991), que reconhece o potencial da tecnologia para solucionar os problemas ambientais; em 1992, a segunda conferência da ONU voltada para o meio ambiente, a Eco 92; em 2000, a definição dos objetivos do milênio (ODM), que estabeleceram oito metas relacionadas ao desenvolvimento sustentável; em 2012, da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida também como Rio+20; e em 2015, o Acordo de Paris, estabelecido no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), e a **Agenda 2030** para o Desenvolvimento Sustentável, com a qual a ONU instituiu 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Além destas iniciativas, Schaper (2017) identificou que, em função da crise financeira global de 2008, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) apresentou nesse ano o **Novo Acordo Verde Mundial** (GGND) para estimular a recuperação econômica e promover, simultaneamente, a sustentabilidade na economia mundial, sendo o precursor da estratégia de **Economia Verde**, proposta pela mesma organização em 2011. Nesse mesmo ano, surgiram outras estratégias: o **Crescimento Verde** da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a **Indústria Verde** da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI). Em 2012, o **Crescimento Verde Inclusivo** foi a proposta do Banco Mundial para tratar o tema.

Para os países menos desenvolvidos há desafios adicionais: reduzir a pobreza e as desigualdades sociais e, ao mesmo tempo, conservar o meio ambiente. Apesar de a mobilização internacional em prol do meio ambiente e da ajuda aos países mais pobres, expressas nas propostas acima, ainda persistem focos de pobreza, desigualdade e degradação ambiental.

Nas propostas de “esverdeamento da economia”, a discussão acerca do papel das inovações e do desenvolvimento tecnológico tem sido reconhecida como caminho para alcançar uma **produção verde**. O desenvolvimento tecnológico, além de ser transversal a todos os ODS, recebe destaque no ODS 9 que foca especificamente no estímulo à inovação tecnológica. No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA - Lei federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) reconhece a importância da tecnologia em um de seus princípios fundamentais (Art. 2º VI), nos seus objetivos (Art. 4º IV) e nos instrumentos (Art 9º V). Nesse contexto, a inovação que incorpora a dimensão ambiental surge como um instrumento relevante rumo à produção verde.

Na academia o debate sobre tecnologia, inovação e meio ambiente também se intensificou e se tornou mais complexo. Distintas correntes teóricas, em particular na economia, passaram a discutir uma gama de conceitos associados a inovações que incorporam a dimensão ambiental, e identificar seus determinantes, assim como suas políticas de fomento. Em meio ao debate, surgiram outros termos para designar esse tipo de inovação, como: ecoinovações, inovações ambientais, inovações verdes e inovações sustentáveis.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é clarificar esses termos que relacionam inovação e meio ambiente, revisitando o conceito de ecoinovação para discutir suas principais características e verificar possíveis alterações na sua abrangência a partir do Manual de Oslo V.04 (OECD/Eurostat, 2018), uma vez que foi elaborado com base na definição de inovação da versão anterior do Manual (OECD, 2005). A nova versão do Manual de Oslo amplia a gama de agentes inovadores, expande o escopo de bens e serviços e identifica inovações nas atividades de redistribuição, de consumo e em outras atividades.

O estudo foi baseado em revisão bibliográfica e está estruturado em quatro seções incluindo esta introdução. A seção 2 faz uma breve revisão histórica da discussão teórica sobre meio ambiente, tecnologia e inovação por diferentes correntes teóricas. A seção 3 inicia o debate conceitual sobre ecoinovação e outras denominações associadas, faz uma diferenciação entre os termos especificando os autores seminais e evidenciando suas dimensões, e busca rever o conceito de ecoinovação a partir da quarta versão do Manual de Oslo. A seção 4 traça as considerações finais.

2. Meio ambiente, tecnologia e inovação

O debate teórico sobre meio ambiente e tecnologia iniciou no final dos anos 1960, mas foi na década de 1990 que a inovação ganha mais espaço nessa seara. Não obstante, os temas meio ambiente e tecnologia, separadamente, fizeram parte da investigação desde os primórdios da ciência econômica, apesar de não serem o objeto central da análise dos autores clássicos.

Em relação ao meio ambiente, os economistas clássicos já se preocupavam com a escassez dos recursos naturais. A teoria da renda da terra de David Ricardo (1772-1823) mostra como a escassez de terras férteis, e consequentemente os rendimentos decrescentes do cultivo de terras menos produtivas, levou ao aumento de preços dos alimentos. A teoria da população de Thomas Robert Malthus (1766-1834) questiona a sustentabilidade do sistema econômico dada sua previsão de escassez de alimentos, pois, segundo ele, a taxa de crescimento da população era mais elevada do que a da produção agrícola (LUSTOSA, 2002). Karl Marx (1818-1883) apontou a agricultura capitalista como responsável pela destruição dos recursos naturais, revelando o caráter predador da burguesia, e por isso “[...] merece ser considerado precursor dos modernos movimentos de defesa da ecologia em benefício da vida humana” (GORENDER, 1996, p.22).

Quanto à tecnologia, Adam Smith (1723-1790) observou como a divisão do trabalho na fábrica levou os trabalhadores a se especializarem em tarefas simples e repetitivas, sendo eles os primeiros inventores das máquinas, possibilitando o progresso técnico. Karl Marx “... observou que foram as oportunidades de lucros pela descoberta da América, pela expansão das rotas comerciais com a Ásia e Austrália, que estimularam o progresso tecnológico para a produção em volumes cada vez maiores” (TORRES, 2012, p.2).

Entre os economistas neoclássicos, William Stanley Jevons (1835-1882) analisou o problema da escassez de carvão para a continuidade do crescimento econômico e Arthur Cecil Pigou (1877-1959) introduziu o conceito de externalidade (negativa) com o exemplo da poluição resultante do processo de produção industrial (LUSTOSA, 2002). Essas preocupações evidenciam como a demanda por recursos naturais e os danos ambientais aumentaram após a Revolução Industrial do final do século XVIII. Os modelos de crescimento econômico de inspiração keynesiana (HARROD, 1939, DOMAR, 1946, KALDOR, 1956) e neoclássicos (SOLOW, 1956, MEADE, 1961), e seus desdobramentos posteriores, consideravam o progresso técnico como essencial ao crescimento econômico, implicitamente em Harrod e explicitamente nos neoclássicos (BRESEER PEREIRA, 1974). Não obstante, trataram a economia como se pudesse crescer indefinidamente em termos materiais, apoiando-se apenas na expansão da força de trabalho e do capital. Porém, nenhum desses autores, clássicos ou neoclássicos, mesmo no caso dos modelos de crescimento endógeno, colocou as interações entre meio ambiente, tecnologia e inovação no centro de suas análises teóricas.

O termo inovação foi usado por Joseph Alois Schumpeter em sua obra *The Theory of Economic Development* de 1934 (SCHUMPETER, 1997), na qual considera as inovações como “novas combinações” dos meios produtivos que levam ao desenvolvimento econômico. Tais combinações que podem ser: i) introdução de um novo produto ou a melhoria da qualidade de um já existente; ii) “introdução de um novo método de produção” [...]; iii) “abertura de um novo mercado” [...]; iv) “conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados” [...]; v) “estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio” (SCHUMPETER, 1997, p.76). Porém, Schumpeter não desenvolveu uma teoria da inovação, o que será mais tarde feito pela escola evolucionária neoschumpeteriana (comentada adiante), e nem considerou o meio ambiente em suas análises teóricas.

A despeito de o meio ambiente não ser central nas abordagens teóricas da economia, no início da década de 1960, ficou evidente que os danos ambientais de origem antrópica acompanharam o ritmo do crescimento econômico. Iniciaram os debates, tanto nos meios acadêmicos quanto políticos, se os países deveriam ou não desacelerar o ritmo de crescimento econômico, pois era notória a crescente degradação ambiental devido à quantidade de poluentes lançados no ambiente e à exaustão dos recursos naturais, revelando a incompatibilidade entre preservação ambiental e o estilo de crescimento até então adotado pelos países. A questão da finitude dos recursos naturais, vista como ameaça ao crescimento, entra definitivamente na agenda de pesquisa dos economistas.

Alguns economistas passaram a questionar a capacidade de suporte do planeta decorrente das atividades de produção e consumo até então vigentes, revelando os limites físicos para o crescimento econômico: *The Economics of the Coming Spaceship Earth* (1966) de Kenneth Boulding, *On Economics as a Life Science* (1968) de Herman Daly, *The Entropy Law and the Economic Process* (1971) de Nicholas Georgescu-Roegen, *Small is Beautiful* (1973) de Ernst Friedrich Schumacher.

Para a maioria dos economistas da época, tratar questões ecológicas não estava no escopo da ciência econômica e estes autores tornaram-se marginais à corrente dominante. Mesmo assim, foi construído, a partir de suas ideias, um arcabouço analítico baseado em conceitos biofísico-ecológicos, denominado “*bioeconomics*”, o que no final da década de 1980 foi chamada de Economia Ecológica. Esta abordagem se propõe a fazer uma síntese entre ecologia e economia a partir dos princípios e leis oriundos das ciências naturais, principalmente as leis da termodinâmica, e explicita a contradição entre os conceitos e as hipóteses adotados no modelo de crescimento econômico dos economistas neoclássicos.

Como os economistas não poderiam deixar de considerar os problemas ambientais, nos anos 1970, surgiu a Economia Ambiental como uma subdisciplina da economia neoclássica. Seus dois principais objetos de estudo são: Economia dos recursos naturais, que estuda a extração dos recursos naturais sob a ótica da escassez, e Economia da poluição, que trata a poluição como externalidade negativa. A internalização das externalidades se dá através de instrumentos econômicos – maximização de lucros com custos mais altos ou compensação entre os agentes econômicos da perda de bem-estar. Nesta perspectiva, essas externalidades são interpretadas como falhas de mercado.

Nesse debate, merece destaque o Relatório Meadows do Clube de Roma, *Os Limites do Crescimento* (MEADOWS et al., 1972), que propôs o “crescimento zero”, dado que a finitude dos recursos naturais colocaria limites ao crescimento econômico. Ou seja, os países em desenvolvimento não deveriam mais crescer para não agravar mais a crise ambiental. A reação destes países foi imediata: neste mesmo ano, a Conferência do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), conhecida como Reunião de Estocolmo, conclui que os países não desenvolvidos também teriam direito ao crescimento. Nessa reunião, “Surge a tese do Ecodesenvolvimento, de Maurice Strong e Ignacy Sachs, que procurou mostrar a viabilidade de formas de desenvolvimento sensíveis ao conjunto de problemas resultantes dos impactos ambientais negativos das atividades humanas, com sustentabilidade ecológica” (LUSTOSA, 2002, p. 19).

A tese do Ecodesenvolvimento superou a proposta de “crescimento zero”, sendo o fundamento do conceito de Desenvolvimento Sustentável, que foi difundido a partir de 1987 com a publicação do Relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente de Desenvolvimento (CMMAD), “Nosso Futuro Comum”, de 1987, que se posiciona quanto à relação entre tecnologia e meio ambiente:

A nova tecnologia, uma das molas mestras do crescimento econômico, possibilita a desaceleração do consumo perigosamente rápido dos recursos finitos, mas também engendra sérios riscos, como novos tipos de poluição e o surgimento, no planeta, de novas variedades de formas de vida que podem alterar os rumos da evolução. Enquanto isso, as indústrias que mais dependem de recursos do meio ambiente, e que mais poluem, se multiplicam com grande rapidez no mundo em desenvolvimento, onde o crescimento é mais urgente e há menos possibilidades de minimizar efeitos colaterais nocivos. (CMMAD, 1991, p.5).

O Relatório reconhece, portanto, o potencial da tecnologia para aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais e, eventualmente, substituir insumos no processo produtivo. Porém, identifica também seus impactos negativos, principalmente nas indústrias dos países em desenvolvimento, que possuem menos capacidade tecnológica de minimizar tais efeitos.

Nesse debate sobre tecnologia e meio ambiente, a sociologia ambiental identifica três correntes teóricas (ANDRADE, 2003): na década de 1970, teóricos da contraproduktividade; nos anos 1980, a modernização ecológica (ME); e a teoria do risco, mais discutida a partir da década de 1990.

Entre os teóricos da contraprodutividade, alguns autores se destacam: Commoner (1974), Bosquet (1976) e os participantes do Clube de Roma (MEADOWS et al., 1972), que afirmavam:

Os efeitos desastrosos sobre o meio ambiente seriam originados da atividade industrial e tecnológica, que não internaliza os custos ambientais da produção em termos de poluição, desmatamento etc. e por outro lado, o capitalismo não conseguiria ampliar sua rentabilidade na medida em que é forçado a repor constantemente o capital natural despendido na atividade produtiva (ANDRADE, 2003, p. 5).

A poluição ambiental é resultado não apenas do crescimento econômico em si, mas da alteração dos novos padrões tecnológicos, intensivos no uso de recursos energéticos e emissão de poluentes, ou seja, a questão técnica é vista a partir dos seus efeitos danosos sobre o meio ambiente – desmatamento, poluição, etc. A interferência em determinadas tecnologias seria desejável para reverter seus efeitos ambientais negativos. Andrade (2003) identifica nesses autores uma perspectiva simplista sobre o dinamismo tecnológico, pois restringem suas análises aos efeitos perceptíveis e quantificáveis causados por cada tecnologia separadamente. O debate tendia a se concentrar na necessidade de controle de poluentes, ao invés de geração e difusão de inovações e de tecnologias modificadas e melhoradas.

Em contraposição aos teóricos da contraprodutividade, nos anos 1980, autores como Mol (1995) e Spaargaren (1996) propuseram a tese da Modernização Ecológica (ME), que defende “[...] a inovação tecnológica como condição e não restrição para o alcance da melhoria da qualidade ambiental” (ANDRADE, 2003, p. 7) e também a necessidade de internalizar os custos externos ambientais associados à produção, como forma de alterar os incentivos da produção. Para tais autores, era necessário superar as críticas ao capitalismo e ao desenvolvimento tecnológico e adotar critérios, instrumentos e conceitos ambientais que se adequassem às lógicas dos mercados. Por serem defensores da utilização da tecnologia para promover uma modernização ecológica, tais autores ficaram conhecidos como ecomodernistas.

Segundo Olivieri (2008), estes autores reconhecem que determinadas tecnologias causaram danos ambientais no passado, mas defendem que a melhor solução seria o investimento em tecnologias “corretas”, isto é, voltadas a resolver os problemas ambientais. É importante sublinhar que os ecomodernistas defendem a possibilidade de alcançar simultaneamente benefícios ambientais e ecológicos, desde que os incentivos econômicos corretos sejam aplicados, especialmente para o desenvolvimento tecnológico (MILANEZ, 2009).

Os ecomodernistas focam suas análises em inovações que minimizam o uso de matéria-prima e mão de obra, isto é, que trazem uma maior racionalização ecológica e maior eficiência econômica. Estas inovações tendem a melhorar a competitividade das empresas no mercado e não representam necessariamente preocupação/motivação com a sustentabilidade. Assim, os processos de inovações tecnológicas podem ficar restritos apenas a determinadas áreas e tipos de melhorias técnicas que garantam uma melhora na competitividade da empresa. Consequentemente, é possível que haja diversas mudanças tecnológicas extremamente necessárias do ponto de vista das necessidades e preocupações ambientais nacionais ou globais e que não serão desenvolvidas ou adotadas, uma vez que não trazem melhorias de competitividade para a empresa (OLIVIERI, 2009).

Milanez (2009) argumenta que o esforço de difusão de inovações voltadas a resolver os problemas ambientais é fundamental especialmente quando se trata de países em desenvolvimento e aponta três limitações da ME: primeira, a tese ecomodernista pressupõe que a disputa entre os diferentes *stakeholders* (grupos de interesse) estaria superada e que ao invés de relações de competição, estes grupos passariam a construir relacionamentos de cooperação. Este cenário descrito pela teoria da ME é bastante distinto da realidade encontrada tanto em países em desenvolvimento quanto em países desenvolvidos, onde a agenda ambiental ainda é alvo de fortes disputas entre grupos de interesse.

A segunda limitação diz respeito à visão utilitarista do meio ambiente da ME, reduzindo-o à condição de fornecedor de matéria-prima para as atividades econômicas. Assim, esta abordagem é insuficiente para avaliar questões como unidades de conservação, serviços ambientais, ocupação urbana ou saneamento básico.

A terceira limitação aponta a negligência em relação às questões sociais. De fato, diversos autores (TOKE, 2001; LENZI, 2003; ACSELRAD, 2004 apud MILANEZ, 2009) criticam a ME por ela desconsiderar questões como pobreza e desigualdade social, ou mesmo injustiça ambiental, entendida segundo Ferreira (2011) como a desigualdade na exposição aos danos ambientais – causada pelo crescimento econômico – entre os diferentes grupos sociais.

Na perspectiva do risco ambiental, a terceira corrente teórica da sociologia ambiental, tem seu início com a publicação do livro de Ulrich Beck, *Sociedade de Risco (Risikogesellschaft)*, em 1986. Na interpretação de Andrade, este autor considerava que:

“(...) a emergência da sociedade de risco significa a entrada da modernidade em uma nova era de incertezas, em que a ciência e a tecnologia assumem papéis proeminentes. Elas representam as instituições que mais ampliaram os riscos da modernidade, através da artificialização dos processos naturais e da construção de uma sociabilidade indiferente aos resultados imprevisíveis das atividades econômicas.” (ANDRADE, 2003, p. 9).

A corrente do risco ambiental critica os teóricos da ME no sentido de que a introdução de tecnologias ambientais e sistemas industriais mais eficientes seria inócua, uma vez que aumentariam as situações imprevisíveis e cumulativas dos avanços científicos e tecnológicos, que estão além das previsões e dos cálculos dos efeitos colaterais das tecnologias realizados por governos e agentes do mercado. Dessa forma, não seria possível internalizar o custo ambiental das atividades econômicas. Mesmo exercendo críticas semelhantes à corrente da ME, os autores do risco ambiental se diferenciam dos teóricos da contraproduktividade, pois para os primeiros não se pode reduzir os efeitos prejudiciais da tecnologia sobre o meio ambiente a medições de poluição, de desmatamento ou de efeitos negativos sobre os ecossistemas, ou seja, aos efeitos negativos da tecnologia sobre o meio ambiente, como fazem os segundos. A questão central estaria na crise institucional da sociedade industrial (ANDRADE, 2003).

Segundo Andrade (2003), a teoria do risco ambiental, apesar de sua importante contribuição para a discussão sobre tecnologia e meio ambiente quando alerta para as incertezas e ambivalências do desenvolvimento tecnológico, não considera suas possibilidades inovadoras. Por isso, ainda mantém a dicotomia entre tecnologia de um lado e impactos ambientais de outro, o que dificulta a compreensão sobre o tema, reduzindo o desenvolvimento tecnológico aos seus efeitos negativos.

Em suma, há distintos autores que analisam de forma crítica a corrente da ME. Além dos já citados, vale ainda destacar os autores evolucionários/neoschumpeterianos que aportaram para o debate um arcabouço mais robusto sobre as mudanças tecnológicas por meio do processo de inovação, resultado da concorrência empresarial. As inovações surgem por meio dos processos de busca e seleção (NELSON; WINTER, 1982) e do aprendizado (LUNDVALL, 2007) das empresas e seguem trajetórias em determinados paradigmas tecnológicos, podendo se encerrar neles (inovação incremental), ou rompê-los. O rompimento de trajetórias e paradigmas tecnológicos caracteriza a inovação radical (DOSI, 1984). Foi com esse referencial teórico que iniciaram os estudos das inovações que incorporam a dimensão ambiental no final da década de 1990.

Dentro dessa lógica de competitividade e inovação, surge um debate em meados dos anos 1990, que coloca a relação entre regulamentação ambiental, inovação e competitividade no centro da análise, apresentando duas vertentes: a primeira, a visão da corrente dominante, que tais regulamentações levariam a um aumento dos custos e, conseqüentemente, perda da competitividade das empresas. Haveria, portanto, um *trade-off* entre regulamentação ambiental e competitividade, reforçando a tese do *trade-off* entre crescimento econômico e preservação ambiental.

Na segunda vertente de análise estava a hipótese de Porter – baseada nos artigos de Porter e Linde (1995a e 1995b) –, que defende que a imposição de padrões ambientais adequados pode estimular as empresas a adotarem inovações que reduzem os custos totais de um produto ou aumentem seu valor, melhorando a competitividade das empresas e, conseqüentemente, do país. Esses autores colocaram a inovação como elemento central da competitividade das empresas e introduziram no debate acadêmico a relação entre inovação e meio ambiente.

Vale ressaltar que alguns autores concordam que considerar o desenvolvimento tecnológico na direção de processos produtivos menos agressivos ao meio ambiente é insuficiente para resolver os problemas ambientais, pois os padrões de consumo devem ser considerados, bem como o efeito escalaⁱⁱ. Ou seja, somente tratar a crise ambiental pelo lado da oferta – inovações que incorporam a dimensão ambiental nos processos produtivos, produtos e serviços – é tratar parcialmente a questão, uma vez que são os padrões de consumo que impõe o ritmo de crescimento da oferta.

De forma semelhante, Foray e Grübler (1996) apontam que grande parte dessa discussão se concentra em questões envolvendo recursos naturais e energia. Essa perspectiva reduz a questão a determinadas tecnologias específicas e ignora que o problema reside na alteração dos comportamentos

sociais e padrões de consumo. Os autores defendem que a tecnologia deve ser considerada em uma visão sistêmica, enfatizando o ambiente institucional.

Na mesma direção dessas considerações, Freeman (1996) afirma que os estudos sobre tecnologia e meio ambiente negligenciam aspectos importantes como mudanças institucionais e difusão tecnológica:

“O que se faz necessário para uma transição em escala mundial a um "paradigma tecnoeconômico verde" é algo mais fundamental do que mudanças incrementais para um regime tecnológico informacional. A transição para sistemas energéticos renováveis no século XXI não será possível sem grandes mudanças institucionais nos sistemas de transporte público, sistemas fiscais e na cultura automotiva e aeronáutica" (FREEMAN, 1996, p.38).

Em função do reconhecimento destas fragilidades, alguns autores como Lustosa (2002), Oltra (2008), Andrade (2003) e Soares e Cassiolato (2015) clamam por uma sofisticação do debate envolvendo sustentabilidade e processos tecnológicos a partir da inclusão, em suas análises, das dimensões social e político-institucional. Especificamente para Soares e Cassiolato (2015), a dimensão político-institucional constitui a principal barreira para a mudança tecnológica em direção a uma sociedade mais sustentável.

3. Ecoinovaçãoⁱⁱⁱ

O debate teórico sobre tecnologia, inovação e meio ambiente evoluiu em consonância com o debate sobre o impacto da inovação para o desenvolvimento. Foi possível observar neste período a instituição de vários conceitos de inovação que procuram incorporar a dimensão ambiental, ainda que nem todos considerem as dimensões social e político-institucional, como se verá a seguir.

3.1. Ecoinovação: da remediação à mudança sistêmica - um resgate do debate conceitual

O resgate dos diversos conceitos de inovação com a incorporação da dimensão ambiental permite identificar diferentes recortes e termos adotados – inovação ambiental, ecoinovação, inovação verde ou inovação sustentável – de acordo com estudos bibliométricos (DÍAZ et al, 2015, PINSKY et al., 2015, SCHIEDERIG; TIETZE; HERSTATT, 2012) e trabalhos que discutem esses diferentes conceitos (VAZ; MALDONADO; LEZANA, 2017, OZUSAGLAM, 2012, CARRILLO-HERMOSILLA et al, 2010). Para esta revisão, foram selecionados os autores mais citados em estudos bibliométricos. Tais estudos evidenciam o aumento do número de publicações sobre o tema, principalmente a partir do final da década de 1990 (VAZ; LEZANA; MALDONADO, M., 2017, SPEZAMIGLIO; GALINA; CALIA, 2016, SCHIEDERIG; TIETZE; HERSTATT, 2012, KNEIPP et al, 2011). Vale ressaltar que a produção brasileira nesse assunto é muito incipiente, concentrando em estudos de caso qualitativos (PINSKY et al., 2015), utilizando os conceitos discutidos dos autores estrangeiros.

O Quadro 1 sintetiza cinco características dos conceitos utilizados: o termo de designação; seu foco; o escopo; a referência ou não ao Manual de Oslo; e a incorporação ou não da análise do Ciclo de Vida do objeto em questão. Com isso, são identificados sete padrões, cujas características serão comentadas a seguir.

Algumas especificidades devem ser observadas ao tratar desses conceitos: a primeira é o foco, que identifica esse tipo de inovação a partir da motivação (intenção *a priori*) para sua realização ou de seus resultados (redução do impacto ambiental). Apesar de algumas diferenças conceituais, os autores mais recentes sobre o tema consideram o resultado como o ponto de partida para a identificação da inovação – se relativa ao meio ambiente ou não – revelando uma convergência nesse aspecto. A ideia predominante foi que o importante para a sociedade é a redução do impacto ambiental, por isso, a motivação ambiental para a inovação, ainda que relevante, não deveria ser um determinante do conceito.

O fato de restringir o foco à motivação levaria a uma redução significativa da abrangência do conceito. Isto porque, conforme debatido em Vinnova (2001), a indústria vem se movendo de soluções de final de linha para soluções tecnológicas integradas e inovação de produto. Comparando os tipos de soluções, as tecnologias de final de linha sempre resultam de uma motivação ambiental, mas são inovações incrementais, e nas tecnologias integradas, as motivações ambientais podem estar imbrincadas com outras motivações, em geral econômicas, e tendem a ocorrer com mais frequência. Além disso, as soluções integradas implicam em uma análise mais abrangente, cobrindo mais tecnologias, empresas e setores do que aqueles dedicados aos bens e serviços ambientais. Kemp e Pearson (2007, p. 5) denominaram tais inovações de “inovações normais”, em contraposição àquelas com motivação ambiental.

Quadro I - Conceitos de inovação com a incorporação da dimensão ambiental, segundo características específicas - autores selecionados*

Quadro I - Conceitos de inovação com a incorporação da dimensão ambiental, segundo características específicas - autores selecionados*					
Autores	Termo	Foco	Escopo	Referência ao Manual de Oslo	Avaliação do Ciclo de Vida
Rennings (2000)	Eco-innovation	Motivação	Desenvolvimento sustentável		
Little (2005)	"Sustainability-driven" innovation				
Charter e Clark (2007)	Sustainable innovation				
Huber (2004)	Technological environmental innovation	Motivação	Redução/Prevenção do impacto ambiental		
Chen et al. (2006)	Green innovation				
Europa INNOVA (2006)	Eco-innovation	Motivação	Redução/Prevenção do impacto ambiental	X	X
Klemmer et al. (1999)	Eco-innovation	Resultado	Desenvolvimento sustentável		
European Commission (2007)	Environmental innovation				
European Commission (2007)					
Oltra and Saint Jean (2009)					
Hemmelkamp (2000)	Environmental innovation	Resultado	Redução/Prevenção do impacto ambiental		
Vinnova (2001)					
Driessen and Hillebrand (2002)	Green innovation				
Andersen (2008)	Eco-innovation				
Kemp and Arundel (1998)	Environmental innovation	Resultado	Redução/Prevenção do impacto ambiental	X	
Rennings and Zwick (2003)					
Fussler e James (1996)					
OECD (2009)					
Arundel and Kemp (2009)	Eco-Innovation				
Carrillo-Hermosilla et al (2010)					
Kemp e Pearson (2007)	Eco-innovation	Resultado	Redução/Prevenção do impacto ambiental	X	X
Eco-innovation Observatory (2013)					

Fonte: Elaboração dos próprios autores.

Nota: * O quadro destaca dimensões comuns apontadas pelos autores, porém não esgota a caracterização do conceito elaborado apresentado por cada um deles. Desta maneira, ressalta-se que, mesmo nos casos em que há semelhança inclusive do termo utilizado, pode haver diferenças entre eles em outras dimensões não destacadas.

Um segundo aspecto a ser considerado se refere ao escopo, sendo possível identificar desde a prevenção de danos ambientais até o desenvolvimento sustentável. Ao mesmo tempo, nos estudos mais recentes, há uma clara prevalência daqueles conceitos que utilizam a definição de inovação do Manual de Oslo, em sua terceira versão, como sua referência (FUSSLER; JAMES, 1996, KEMP; ARUNDEL, 1998, RENNINGS; ZWICK, 2003, EUROPA INNOVA, 2006, KEMP; PEARSON, 2007, OECD, 2009, CARRILLO-HERMOSILLA et al. 2010, ECO-INNOVATION OBSERVATORY, 2013). Nestes casos, observa-se que há uma evidente preocupação com a redução do impacto ambiental, e algumas das definições avançam para a incorporação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para medir o tal impacto. (KEMP; PEARSON, 2007, ECO-INNOVATION OBSERVATORY, 2013). Ou seja, os autores que utilizam as definições incluindo a análise do ciclo de vida possuem maior precisão na avaliação de impactos ambientais do que aqueles que utilizam os outros conceitos, cuja análise é mais superficial (SCHIEDERIG et al, 2012).

A ampliação do escopo leva a considerar também outros atores, além da empresa que era tida na definição de inovação do Manual de Oslo em sua terceira versão como o *locus* da inovação. Klemmer et al. (1999), por exemplo, incorporam explicitamente em seu conceito de ecoinovação o que chamam de atores relevantes – empresas, políticos, sindicatos, associações, igrejas, domicílios (ver apêndice).

Apesar de as especificidades de cada conceito de inovação com a incorporação da dimensão ambiental e das diferentes definições pelos seus autores (Quadro 1), três termos são indistintamente usados como sinônimos para designá-los – ecoinovação, inovação verde e inovação ambiental – e se referem somente aos aspectos relacionados ao meio ambiente. O conceito de inovação sustentável é mais abrangente e inclui, além desta dimensão ambiental, a social e a institucional (SCHIEDERIG; TIETZE; HERSTATT, 2012), como em Charter e Clark (2007). OECD (2009) identificou uma tendência à ampliação do escopo da ecoinovação, destacando a definição utilizada no Japão que, em 2007, adotava um conceito que sinalizava para alterações na sociedade necessárias para alcançar o desenvolvimento sustentável.

É destaque na leitura dos diversos conceitos propostos que a definição de inovação incorporando a dimensão ambiental perpassa os temas de diagnóstico, prevenção da poluição, redução do passivo ambiental e de impacto ambiental, sendo que a maior parte dos conceitos incorpora a redução do impacto ambiental como elemento fundamental na identificação (Schiederig et al, 2012; Pinsky et al. ,2015).

Diante da miríade de conceitos amplos e que circunscrevem de maneira difusa as características dos diferentes tipos de inovações e tecnologias associadas, e com o intuito de melhor definir o objeto em questão e auxiliar na análise e na elaboração de políticas públicas, autores organizaram e resgataram classificações

que identificam tais tipos e os agentes envolvidos (LÓPEZ, 1996, PRESTON, 1997, LUSTOSA, 2002, RENNINGS, 1998 e 2000, FRONDEL; HORBACH; RENNINGS, 2007, ANDERSEN, 2006 e 2008, KEMP; PEARSON, 2007).

Neste conjunto de classificações, a primeira distinção a ser feita é dos agentes envolvidos – empresas, instituições sem fins de lucro, governo e famílias. Seguindo as diretrizes do Manual de Oslo em sua terceira edição e considerando as empresas como *locus* primordial da inovação, Kemp e Pearson (2007, p.9) elaboraram uma taxonomia de acordo com o papel desempenhado na implementação de ecoinovações. Esta é composta por quatro categorias de “ecoinovadores”:

1. “*Ecoinovadores*” *estratégicos* - ativos nos setores de eco equipamentos e serviços, desenvolvem ecoinovações para venda para outras empresas.
2. “*Ecoadotadores*” *estratégicos* - intencionalmente implementam ecoinovações, tanto desenvolvendo internamente às empresas (*in-house*), quanto adquirindo de outras empresas, ou ambos.
3. “*Ecoinovadores*” *passivos* – adotam inovações de produto, organizacionais, de processo, etc. que resultam em benefícios ambientais, mas em que não há uma estratégia específica de natureza ambiental.
4. Não “*ecoinovadores*” - não há atividades, nem intencionais nem não intencionais, para inovações com benefícios ambientais.

Com relação a tecnologias e inovações e considerando as atividades realizadas preponderantemente por empresas, um recorte já consolidado na literatura é aquele a partir de função atribuída à tecnologia em relação ao meio ambiente: (i) reduzir ou eliminar danos já causados, ou (ii) prevenir sua ocorrência. No primeiro caso, estão tecnologias que não fazem parte do processo produtivo, mas que são acrescentadas ao seu final (*add-ons*) ou aplicadas após o consumo, visando curar ou mitigar a poluição e o prejuízo já gerados (Andersen, 2006 e 2008; Rennings, 1998 e 2000^{iv}), ou seja, “tecnologias de final de linha” ou “tecnologias de fim de tubo” (*end-of-pipe technologies* - EOP) (Frondel, Horbach e Rennings, 2007; López, 1996) e seriam implementadas por “*ecoadotadores*” estratégicos a partir de tecnologias desenvolvidas pelos “*ecoinovadores*” estratégicos. São tecnologias para tratamento de poluentes que já foram descartados no meio ambiente, ou aplicadas para a recuperação/restauração do ambiente já degradado (*clean-up technologies*). Como exemplo, podem-se citar filtros de controle da poluição; estações de tratamento de água; incineradores e processos de reciclagem. São tecnologias de caráter paliativo, com efeitos limitados e cuja adoção não impõe alteração significativa no processo produtivo, o envolvimento de outros agentes ou mudanças sociais. (Quadro II).

No segundo grupo, estão as tecnologias com foco na prevenção de danos ao meio ambiente (Rennings, 1998 e 2000; López, 1996). Em geral, estão integradas no processo produtivo com o intuito de reduzir o consumo de recursos naturais e o volume de resíduos gerados, ou seja, atuando diretamente na atividade geradora dos danos ao meio ambiente. Não rara são introduzidas com outros objetivos, como ganhos de produtividade (Andersen, 2006, 2008). Por essas razões, são também denominadas de “tecnologias ecoeficientes”^v e divididas em “poupadoras de recursos naturais” e “tecnologias mais limpas” (*cleaner technologies*)^{vi}. Considerando que sua motivação não é exclusivamente ambiental, podem resultar da atividade de “*ecoadotadores*” estratégicos ou de “*ecoinovadores*” passivos. Como exemplos, podem ser citadas as tecnologias que viabilizam a substituição de insumos tóxicos, medidas que reduzem o consumo de energia e a emissão de gases poluentes; e mecanismos de reaproveitamento de resíduos dentro do próprio processo produtivo. Neste segundo grupo se encaixam também os produtos mais limpos, como carros elétricos (Frondel, Horbach e Rennings, 2007), e inovações organizacionais (Rennings, 1998 e 2000; Andersen, 2006 e 2008), como sistemas de monitoramento e gestão ambiental implantados por empresas para obtenção de certificados com o ISO 14001. Complementar a esse grupo, há ainda as tecnologias de monitoramento e controle dos danos ao meio ambiente, como satélites para acompanhamento de áreas desmatadas, que parte dos autores classifica como tecnologias de prevenção (Preston, 1997; Lustosa, 2002).

Quadro II: Tipos inovação que incorporam a dimensão ambiental – Autores selecionados

Autor	Tipo de inovação	Inovação/Tecnologia com "motivação" ambiental					Inovação sem "motivação", mas com "resultado" ambiental
López (1996)		Tecnologias de final de linha (<i>end-of-pipe</i>)		Tecnologias de prevenção à poluição / Mudanças Organizacionais			Outras com impacto ambiental positivo
Preston, 1997 (apud Lustosa, 2002)		Tecnologias de controle	Tecnologias de remediação e restauração	Tecnologias de monitoramento e avaliação	Tecnologias para evitar impactos ambientais		
Lustosa (2002)		Tecnologias para despoluir o ambiente (<i>clean up technologies</i>)		Tecnologias de controle e monitoramento	Tecnologias poupadoras de recursos naturais (<i>environmental-saving technologies</i>)	Tecnologias mais limpas (<i>cleaner / pollution prevention technologies</i>)	Tecnologias não desenhadas exclusivamente com fins ambientais, mas que podem gerar impactos ambientais positivos
Rennings (1998; 2000)	Tecnológica	Tecnologias curativas / Tecnologias Preventivas - ambientais <i>acopladas</i> (<i>additive</i>)		Tecnologias Preventivas - ambientais integradas			
	Organizacional	Mudanças organizacionais					
	Institucional	Ecoinovação Institucional					
	Social*	Ecoinovação social					
Frondel, Horbach e Rennings (2007)	Produto	Inovação de produto (Produtos mais limpos)					
	Processo	Tecnologias de final de linha (<i>end-of-pipe</i>)		Tecnologias de produção mais limpas (integradas)			
	Organizacional	Inovações ambientais organizacionais					
Andersen (2006; 2008)	Produto / Processo	Inovações / Ecoinovações adicionais (<i>add-on</i>)			Inovações/Ecoinovações integradas		Ecoinovações ecoeficientes de propósito geral
	Organizacional						
	Sistêmica*	Inovações tecnológicas sistêmicas ecoeficientes / Ecoinovações de produtos alternativos					
		Inovações orgnizacionais sistêmicas ecoeficientes / Ecoinovações macro-organizacionais					
Kemp e Foxon (2007) ou Kemp e Pearson (2007)	Produto / Processo	Inovação de bens e serviços que geram benefícios ambientais / Tecnologias ambientais					Tecnologias de propósito geral
	Organizacional	Inovação organizacional para o meio ambiente					
	Sistêmica*	Inovações sistêmicas verdes					

Fonte: elaboração própria.

* Inovações radicais que geram descontinuidade na trajetória tecnológica e pressupõe mudanças na estrutura produtiva e nos padrões de consumo, ou seja, envolvem toda a sociedade (ver também Hellstrom, 2007).

Por fim, têm-se as tecnologias que foram desenvolvidas com outros objetivos, utilizadas em diversas atividades econômicas (tecnologias transversais ou “tecnologias de propósito geral”), como as tecnologias de informação e comunicação (TICs), biotecnologias ou nanotecnologias, e que podem ter impacto ambiental positivo (Andersen, 2006, 2008; Kemp e Pearson, 2007; Lustosa, 2002) e, quando adotadas sem propósito ambiental, seus agentes são caracterizados como “ecoinovadores” passivos.

Lustosa (2002) observa que os limites entre as soluções “final de linha” e as de “prevenção de poluição” (“*pollution prevention*”) apresentam uma zona de sombra, o que pode dificultar sua classificação. A autora cita alguns exemplos tais como a possibilidade de uma tecnologia eco-eficiente que pode não eliminar totalmente as emissões, necessitando posteriormente de tratamento EOP, demonstrando que elas podem ser complementares.

Considerando um recorte a partir da abrangência da inovação e do envolvimento de outros agentes, alguns autores identificam uma outra categoria no conjunto de ecoinovações, a chamada “inovação sistêmica verde” (Kemp e Pearson, 2007), “inovações tecnológica e organizacional sistêmicas ecoeficientes” (Andersen, 2006, 2008) ou “ecoinovação social” (Rennings, 1998, 2000). Estas são caracterizadas por mudanças tecnológicas radicais e implicariam mudanças institucionais, de infraestrutura, no comportamento e estilo de vida de consumidores e nas relações estabelecidas entre os agentes, como ressaltado por Foray e Grüber (1996) e Freeman (1996) e mencionado na seção anterior. Como exemplo, os autores citam mudanças no sistema de transporte, a implementação e difusão da agricultura orgânica ou de uma matriz energética integralmente baseada em energias renováveis

Além das categorias elencadas acima, Rennings (1998, 2000), criticando o viés tecnológico da literatura na análise de ecoinovações, identifica uma última categoria, a ecoinovação institucional. Segundo o autor, esta se constitui como base para políticas para a sustentabilidade e frisa que parte das respostas para os problemas ambientais surge de redes de pesquisadores e de novos regimes de governança global. Como exemplo, cita *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e resgata um trecho de Freeman:

“Ação bem-sucedida depende da combinação de avanços do conhecimento científico, programas de política apropriados, reformas sociais e outras mudanças institucionais, assim como da direção e escala dos novos investimentos. Inovações organizacionais e sociais teriam sempre que acompanhar qualquer inovação técnica e em alguns casos viriam primeiro.” (1992, p. 124, tradução dos autores).

3.2. Ecoinovação e suas características: revisitando o conceito

A apresentação e o debate conceitual conduzidos anteriormente mostraram a preponderância de conceitos em que os resultados/ impactos ambientais são elementos-chave, em especial os mais recentes. O levantamento das definições de inovação que incorporam a dimensão ambiental mostra que, ainda que não haja um único conceito, aquelas estabelecidas para ecoinovação têm sido as mais utilizadas e parecem ser mais precisas e mais desenvolvidas em termos conceituais (Schiederig et al, 2012).

A definição de ecoinovação adotada pelo projeto *Measuring Eco-Innovation* (MEI) se destaca por ter incorporado a análise do ciclo de vida, dando maior precisão ao conceito.

“(...) ecoinovação é a produção, assimilação ou utilização de um produto, processo produtivo, serviço ou gestão, ou método de negócio que é novo para a organização (que o desenvolve ou o adota) e que resulta, considerando seu ciclo de vida como um todo, na redução do risco ambiental, da poluição e de outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia) em comparação com alternativas relevantes (tradução dos autores).” (Kemp & Pearson, 2007, p. 7).

Esta definição foi construída com base no Manual de Oslo (OECD, 2005), em sua terceira edição, que estabelece que:

“Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.” (Finep, 2006, p. 55)

O conceito traz implícita a ideia de que as empresas são o *locus* da inovação. No entanto, a consideração de trajetórias e paradigmas tecnológicos já sublinhava a importância do contexto em que as empresas se inserem e de outros atores, como as instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT), as associações de classe, as organizações de Estado, as instituições dos sistemas produtivo e financeiro, no processo inovativo, conformando sistemas de inovação (OECD, 2005). Assim, na quarta revisão do Manual de Oslo foi identificada a necessidade de nova ampliação para incorporar as inovações que ocorrem em outras instituições. Estas alterações resultaram em uma nova definição de inovação:

“Uma inovação é um produto ou processo novo ou aprimorado (ou combinação de ambos) que diferem significativamente dos produtos ou processos produzidos anteriormente pela unidade e que tenham sido

disponibilizados para os potenciais usuários (produto) ou utilizados pela unidade (processo).” (OECD/EUROSTAT, 2018, p.60)

Embora seja compatível com a definição da terceira versão do Manual de Oslo, entende-se como necessária uma releitura do conceito deecoinovação em função destes aperfeiçoamentos trazidos pela versão 4, especialmente no que se refere ao escopo do objeto da inovação e ao perfil dos agentes inovadores. Antes disso, será feito o resgate de duas características desta definição que merecem destaque e que a análise mostrou que não foram impactadas pelas mudanças trazidas pela revisão do referido manual: o foco no resultado (impacto ambiental) e a incorporação da análise do ciclo de vida e risco ambiental.

3.2.1. Foco no resultado: qual o alcance do risco e do impacto ambiental?

Na discussão sobre o conceito de inovação com a incorporação da dimensão ambiental, o foco da inovação no resultado – redução dos impactos ambientais – foi determinante para definir ecoinovação (ver Quadro 1 acima), inclusive o conceito estabelecido por Kemp e Pearson (2007) no âmbito do projeto MEI.

Este conceito avançou na medida em que passou a englobar as inovações “normais” (*normal innovations*) à definição de ecoinovação. Ao considerar qualquer inovação, estava justamente deslocando o foco da motivação para o resultado, incorporando todas aquelas que ocasionam “[...] redução do risco ambiental, da poluição e de outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia)” (KEMP; PEARSON, 2007, p. 7). Nesse contexto, o entendimento dos conceitos de risco ambiental e impacto ambiental é necessário para reconhecer quando uma inovação é considerada uma ecoinovação a partir do foco no resultado.

Quanto ao risco ambiental^{vii}, pode-se afirmar que “[...] embora as definições e interpretações sejam numerosas e variadas, todos reconhecem no risco a incerteza ligada ao futuro [...]” (AMARO, 2005, p. 8 apud DAGNINO; CAPRI Jr., 2007, p.57). As definições de risco ambiental incluem aqueles relacionados ao meio ambiente físico e suas consequências para a sociedade em seus aspectos sociais – saúde, seguridade, etc. – ou econômicos – perdas de produtividade, de lucratividade, etc.

A definição de impacto ambiental, por seu turno, apresentada pela OECD (2007) refere-se ao efeito direto de atividades socioeconômicas e de eventos naturais sobre o meio ambiente. Segundo esta concepção, pode-se considerar como impacto ambiental qualquer atividade realizada pela ação humana por meio de interações econômicas ou sociais e/ou processos ambientais naturais que têm efeito positivo ou negativo sobre o ambiente. É possível perceber que esta definição da OECD é mais ampla que a utilizada pelo projeto MEI, que foca apenas na redução dos impactos no uso dos recursos naturais e da poluição.

No Brasil, a definição de impacto ambiental foi estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986:

“(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.” (CONAMA, 1986)

Esta definição amplia a compreensão sobre impactos ambientais e reconhece explicitamente os desdobramentos decorrentes da atividade antrópica sobre as dimensões sociais, ecológicas e econômicas, sendo também mais ampla do que a proposta pelo projeto MEI.

Conclui-se, portanto, que o risco ambiental se refere à probabilidade de ocorrer um impacto ambiental negativo, logo a identificação do risco e sua avaliação serve como um instrumento de prevenção do impacto. Segundo Dagnino e Capri Jr. (2007),

Dessa forma, mesmo sendo conceitos diferenciados, a ocorrência de “impactos” ambientais em um local deve ser elemento indicativo na identificação e localização de riscos em outros locais ou épocas, em virtude da possibilidade de repetição, no espaço e no tempo, daqueles eventos em situações similares (DAGNINO; CAPRI JR., 2007, p. 73).

Considerando o risco e o impacto ambiental, independentemente do alcance de sua definição, Kemp e Pearson (2007, p. 102) fazem uma ressalva importante: “[...] o termo ecoinovação depende fundamentalmente de uma avaliação global dos impactos e riscos ambientais. Para isso, a avaliação do ciclo de vida baseada na teoria do valor multiatributo pode ser usada.” (tradução livre dos autores). As

metodologias para avaliar impacto ambiental são complexas^{viii} e a proposta destes autores é analisar os riscos e impactos ambientais por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), discutida na próxima seção.

O método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) pode ser usado para esse fim, por isso o conceito de ciclo de vida está na definição analisada. Não obstante, Kemp e Pearson (2007, p. 8) ressaltam “[...] que essa abordagem pode trazer problemas para análise de *survey* [...]”, pois nem sempre o entrevistado saberia responder se uma inovação é uma alternativa melhor do que outra com base no ciclo de vida, visto que “[...] a tecnologia pode não estar disponível ou depender fundamentalmente de como e onde a inovação é utilizada”.

Mesmo apresentando essa dificuldade em um dos métodos de mensuração da ecoinovação, a adoção do conceito de ciclo de vida é importante, uma vez que permite que sejam considerados os impactos desde a concepção do produto ou processo até a sua disposição final após seu uso – “do berço ao túmulo”^{ix}. Assim, as definições de inovação com impactos positivos no meio ambiente que não adotam esta perspectiva podem ser consideradas limitadas. Nesse caso, uma melhoria na eficiência de uso de um recurso analisada isoladamente pode ser considerada uma ecoinovação, porém, atentando-se ao ciclo de vida, pode-se identificar que essa melhoria na eficiência foi obtida acompanhada de diversos impactos ambientais negativos em outras etapas da produção.

A metodologia ACV foi desenvolvida no final da década de 1960 para avaliar quantitativamente os possíveis impactos ambientais de cada etapa do ciclo de vida do produto ou serviço e se disseminou rapidamente pelo mundo. É uma ferramenta para orientar ações de melhoria de desempenho e inovação em sistemas de produção, visando sua sustentabilidade ambiental (COELHO FILHO; SACCARO JUNIOR; LUEDEMANN, 2016), além de ser multidisciplinar e multicritério, uma vez que analisa distintas categorias de impacto concomitantemente (FIKSEL, 1997).

Nos anos 1990, diversas instituições passaram a se dedicar ao avanço desta metodologia e em 1997 a Organização Internacional para a Padronização (*International Organization for Standardization* - ISO) lançou a ISO 14040 Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura. Uma série de outras normas foram publicadas sobre o tema, sendo a última – ISO 14044 – de 2006, que contém os requisitos e orientações para a execução de um estudo ACV.

No entanto, essa metodologia possui diversas limitações que devem ser consideradas. As primeiras dificuldades estão na complexidade de desenvolver bases de dados primários. O desenvolvimento de dados associados ao Inventário do Ciclo de Vida (ICV) tem evoluído a partir de base de dados públicas, como o projeto *Life Cycle Initiative* (LCI) criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) (IBICT, s.d.). Assim, uma parcela significativa das ACV que é elaborada recorre a bases de dados internacionais. Porém, dados secundários, geralmente não descrevem com precisão os processos industriais que ocorrem em outro país.

Segundo o roteiro de ACV elaborado pelo IBICT^x, é importante sublinhar que a ACV não mede impactos reais ambientais, e sim impactos potenciais. Oliveira (2017) assinala que a ACV apenas aponta os possíveis danos ao meio ambiente e não inclui aspectos sociais do processo produtivo ou de serviço. Além do mais, a ACV está atrelada à avaliação de processos e produtos, havendo lacunas na mensuração do ciclo de vida dos serviços e também da gestão de negócios.

Não obstante, a ACV pode ser utilizada para identificar pontos críticos nas etapas do processo produtivo para que sejam identificadas possibilidades de adoção e o desenvolvimento de ecoinovações.

3.2.2. O objeto da (eco)inovação

O conceito de inovação estabelecido pelo manual em sua quarta versão foi compatibilizado com aquele da versão anterior, restrito às empresas. Neste processo, é importante delimitar as diferenças no objeto da ecoinovação.

Um dos aspectos que é preciso sublinhar diz respeito às definições genéricas de produtos e processos derivadas do Sistema de Contas Nacionais (EC et al., 2009) que passam a ser incorporados na nova versão. Por esta definição, os produtos são definidos como bens ou serviços resultantes da atividade produtiva, podendo ser utilizados como insumos para a produção, para o consumo final, ou como investimento. Os processos de produção (ou atividades de produção) são definidos como todas as atividades que envolvem insumos de capital, trabalho, bens e serviços para produzir outros bens ou serviços, sob controle de uma unidade institucional. (OECD/EUROSTAT, 2018, p.53)

Cumpramos ressaltar ainda que, do ponto de vista da produção, o Sistema de Contas Nacionais (SCN) considera que todos os bens e serviços produzidos devem poder ser vendidos em mercados ou ao menos devem ser providos de uma unidade para outra, com ou sem custos. São incluídos também toda a produção que possa ser destinada ao mercado para a venda ou permuta, ou aqueles providos gratuitamente para domicílios ou para comunidades. (EC et al., 2009, p.6)

Desta maneira, segundo a versão mais recente (v.04) do Manual de Oslo, a inovação deve ser analisada a partir da definição de processo de produção (ou atividade de produção) que “inclui todas as atividades sob controle de uma unidade institucional, que usa insumos de trabalho, capital e bens e serviços para produção de outros bens ou serviços.” (EC et al., 2009, p.53), não se restringindo apenas à indústria (*manufacturing*). Além disso, inclui também a identificação de inovações na redistribuição, consumo e outras atividades. É claro que estas alterações da quarta versão devem também ser consideradas na análise das ecoinovações. E sua importância é fundamental, pois, permitirá uma avaliação mais abrangente e sistêmica destas ecoinovações e do processo inovativo que as compõem. Ou, como diria o próprio manual:

“Estes podem ser relevantes para o estudo da inovação nos domicílios ou no nível sistêmico, uma vez que grandes transformações sistêmicas exigem não apenas mudanças na produção, mas também o desenvolvimento de novos hábitos de consumo para reciclagem, sustentabilidade, etc.” (OECD/EUROSTAT, 2018, p.54)

Deve-se destacar ainda um outro aspecto da definição estabelecida para ecoinovação derivada do conceito do Manual de Oslo em sua terceira versão. Há, de forma inerente, a questão de que a tecnologia a ser adotada pode ser uma inovação para a empresa e não ser para o mercado. Em outras palavras, isso significa que a ecoinovação adotada pela empresa pode não corresponder à tecnologia mais limpa existente para aquele produto ou processo, ainda que seja mais limpa que a tecnologia até então adotada por esta. Ou seja, é possível considerar como ecoinovação um conjunto tecnológico que tenha um elevado potencial poluidor.

Essa visão, que considera (eco)inovação para a empresa, permite incorporar à análise o processo de difusão de tecnologias, há muito considerado parte integrante do processo de inovação (OECD, 1980), especialmente relevante no caso das empresas de menor porte e, para os países que se encontram distantes das fronteiras tecnológicas.

Na versão 4 do Manual de Oslo, o conceito é ampliado para as demais instituições que compõem o Sistema de Contas Nacionais, mas mantém-se este aspecto, de considerar a inovação em relação a unidade que a adota, ao invés de entender como inovações apenas aquelas que ainda não estivessem disponíveis para os usuários. Como já destacado, na definição do próprio manual a inovação é relativa aos (...) *produtos ou processos produzidos anteriormente pela unidade (...)*” (OECD/EUROSTAT, 2018, p.60, grifo nosso)

Ao manter este aspecto, o manual permite também tratar o processo de difusão de (eco)inovações introduzidas pelos demais agentes inovadores, tornando a análise mais robusta porque é possível analisar não apenas o processo de incorporação de (eco)inovações realizadas pelas empresas por outros agentes, mas também a incorporação de (eco)inovações de outras instituições pelas empresas.

3.2.3. Agentes (eco)inovadores

Com relação aos agentes inovadores, como visto anteriormente, o conceito apresentado pelo projeto MEI aponta como o principal deles a empresa. Embora na definição de ecoinovação essa instituição não esteja mencionada de forma explícita, ao apresentar o conceito geral de inovação e ao debater aspectos do conceito de ecoinovação, o documento se refere apenas à empresa e à prática empresarial. Não há dúvidas também quando caracterizados os ecoinovadores. Como visto anteriormente, trata-se de uma classificação definida de acordo com a inserção de empresas (Kemp e Pearson, 2007, p. 8 e 9).

Os autores reconhecem o papel desempenhado por outros atores, porém de forma circunscrita. A contribuição dos indivíduos, por exemplo, é destacada enquanto usuários que, eventualmente, colaboram na “invenção” ou aprimoramento de um produto ou processo, sobretudo na etapa de difusão da inovação. E destacam que a grande maioria das inovações resulta de processo de pesquisa e desenvolvimento e não de invenções. O sistema de consumo, que envolve também indivíduos e outros agentes além das empresas, é mencionado quando definida a categoria “Inovações sistêmicas verdes”, porém, o papel de outros atores enquanto agentes ativos da inovação não é destacado. Nesse sentido, o conceito do projeto MEI é mais restrito que o de outros autores apresentados em seções anteriores, como Andersen (2006 e 2008) e

Rennings (2000), que já mencionavam em suas taxonomias tipos de ecoinovações que envolvem autoridades públicas e outras instituições. Cabe ressaltar que, segundo Rennings (2000), as ecoinovações não estão restritas às inovações tecnológicas e organizacionais, mas podem também ser institucionais e sociais e, desta forma, desenvolvidas por organizações sem fins lucrativos, por exemplo.

Essa posição é coerente com a referência vigente à época, a terceira edição do Manual de Oslo. No entanto, em sua quarta versão, publicada em 2018, o Manual reconhece explicitamente a possibilidade de ocorrerem inovações em outros tipos de organizações.

“Além disso, a inovação é uma atividade dinâmica e abrangente que ocorre em todos os setores de uma economia; não é uma prerrogativa exclusiva do setor empresarial. Outros tipos de organizações, assim como indivíduos, frequentemente fazem alterações em produtos ou processos e produzem, coletam e distribuem novos conhecimentos relevantes para a inovação.” (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 44)

A despeito de estabelecer diretrizes para coletar, reportar e usar os dados sobre inovações restritas às empresas, esta nova versão discute conceitos aplicáveis à quatro setores institucionais^{xi}, com especial destaque para motivação e questões relativas à mensuração. O Manual de Oslo parte dos setores definidos no Manual do Sistema de Contas Nacionais (SCN) de 2008 (EC et al, 2009): empresas (referidas no SCN como empresas financeiras e não financeiras); governo geral; famílias; e instituições sem fins de lucro a serviço das famílias.

No caso do governo geral, destaca-se que, embora os processos inovativos sejam similares à inovação nas empresas, a motivação é diferente, estando relacionada a aspectos redistributivos ou de disponibilização de bens e serviços para a população. Ressalta-se também que uma característica comum deste processo inovativo é o estabelecimento de cooperação com outros setores institucionais e de co-produção de inovações. Uma diferença fundamental é a ‘ausência de mercado’, que altera os incentivos para inovação e os métodos de mensuração dos resultados, que passam a ser mais subjetivos. (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 60). Podem ser citados exemplos recentes, inclusive no Brasil, de implementação de inovação com impacto ambiental em diferentes esferas de governo, como a adoção do sistema eletrônico de informação, que reduz o consumo de papel em seus procedimentos internos, e a adoção de sistema de energia solar para iluminação em vias públicas.

No setor famílias, o aspecto a realçar é o papel fundamental que assumem como fornecedores e consumidores, já que este setor inclui indivíduos e empresas informais (“unincorporated enterprises”). Os indivíduos são considerados como parte do processo inovativo, não só pelo lado do consumo, mas como empregados. As empresas informais podem também ser geradoras e consumidoras de inovações, e podem estar apenas transitoriamente como informais. Historicamente, o setor famílias teve grande importância no desenvolvimento de invenções e solução de problemas, que depois se tornaram inovações na medida em que foram disponibilizadas à sociedade. No entanto, com a profissionalização e a exigência de capital para pesquisa, desenvolvimento e inovações, passaram a ser vistas como consumidores passivos de inovações. Mais recentemente, com o desenvolvimento de novas tecnologias – de informação e comunicação, impressão 3D, etc. – assumiram novamente um papel relevante como produtores, consumidores e, às vezes, financiadores, de inovações. Estas mudanças reforçam a necessidade de entender este papel, tornando-se prioridade, do ponto de vista das políticas de inovação. (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 61-2). Esse ponto é ainda mais relevante no caso de países em desenvolvimento, onde a taxa de informalidade média é substancialmente superior àquela registrada em países da OCDE (Nogueira, 2017), o que significa dizer que as ecoinovações implementadas por empresas informais não seriam captadas sem considerar o setor institucional das famílias.

Para as instituições sem fins de lucro também são sublinhadas as dificuldades em mensurar os resultados, já que, em geral, buscam implementar ‘inovações sociais’ baseadas em seu objetivo de promover o bem-estar de indivíduos e comunidades. (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 61). Embora não seja objeto deste estudo, deve-se considerar que a ‘inovação social’, em que estes atores assumem papel protagonista, muitas vezes tem impacto ambiental relevante. ^{xii} Costa (2013) analisa casos de implementação de tecnologias sociais para tratamento de resíduo, tratamento de esgoto e captação e armazenamento de água no Brasil. Dentre estes, estão dois programas adotados em regiões do semiárido considerados de grande sucesso, o “Programa Um milhão de Cisternas” e o “Programa Uma Terra e Duas Águas”.

4. Considerações finais

A inovação com a incorporação da dimensão ambiental ou ecoinovação tornou-se um dos elementos centrais do debate internacional sobre desenvolvimento econômico e social frente aos problemas ambientais crescentes decorrentes principalmente da ação humana, tendo sido tratado no âmbito das discussões sobre economia verde (*green economy*) ou crescimento verde (*green growth*).

Tendo esta motivação, o artigo procurou resgatar a relação entre meio ambiente, tecnologia e inovação na economia e a discussão conceitual sobre inovação com a incorporação da dimensão ambiental. Diversos conceitos e denominações foram mapeados como: ecoinovação, inovação ambiental, inovação verde e inovação sustentável. A análise dos mesmos sinaliza para a evolução dos debates, tendo sido identificados aspectos que evidenciam estes avanços, dentre os quais: avaliar o resultado da inovação, e não a intenção a priori; e a consideração de outros agentes inovadores, de inovações sistêmicas, e dos impactos sociais.

Chamou a atenção o fato de não ter havido convergência para um único conceito, mas ainda assim, o conceito de ecoinovação, conforme delineado no âmbito do projeto *Measuring Eco-Innovation (MEI)*, foi considerado mais abrangente por abarcar toda e qualquer inovação com impacto ambiental e mais preciso por incorporar a avaliação do ciclo de vida.

Apesar dos avanços, tal conceito está ainda baseado na versão 3 do Manual de Oslo, o qual tinha como uma das principais limitações o fato de definir como *locus* da inovação a empresa. Este foi um dos pontos que foi alterado na versão 4 do Manual de Oslo, em 2018, que ampliou esta visão passando a considerar outras instituições também como *locus* da inovação.

Diante deste importante avanço, o estudo revisitou o conceito de ecoinovação para incorporar aspectos da quarta versão do referido Manual, que permitiria também superar algumas limitações do conceito de ecoinovação restrito apenas às empresas. Deixar de fazer uma releitura do conceito de ecoinovação do MEI à luz do Manual de Oslo v.4.0 seria deixar de considerar como ecoinovação com impacto ambiental relevantes iniciativas como o ‘Sistema Eletrônico de Informações do Governo Federal’ (SEI), a implantação de iluminação pública com painéis solares, o Programa ‘Um milhão de cisternas’ ou o conjunto de inovações classificadas como inovações sistêmicas, como mudanças na concepção dos sistemas de mobilidade urbana com a inclusão, por exemplo, de veículos elétricos e sistemas de transporte compartilhados.

A incorporação da quarta versão do Manual poderá levar a superação de algumas divergências entre muitos dos conceitos analisados, e, talvez, a consolidação de um único conceito. A possibilidade de considerar outros agentes como ecoinovadores, por exemplo, poderia permitir evoluir para uma visão sistêmica da ecoinovação. Ao mesmo tempo, esta revisita reforçou alguns aspectos fundamentais, e que não foram alterados pela incorporação desta nova versão, dentre os quais destaca-se: a mudança do foco da motivação para os resultados alcançados pela ecoinovação. Permanecem também as dificuldades de mensuração da ecoinovação, especialmente se se considera a avaliação do ciclo de vida.

Em paralelo às questões do próprio conceito e às dificuldades de mensuração a partir das análises de ciclo de vida, o estudo teve como principais limitações a concentração das discussões sobre tecnologia, inovação e meio ambiente nos economistas e sociólogos, à exceção de Porter, autor da administração. Ademais, não aprofundou discussões relativas às metodologias disponíveis para mensuração do risco e impacto ambiental, incluindo a ACV.

Apesar destas limitações, a releitura do conceito de ecoinovação frente à quarta versão e as limitações encontradas abrem uma agenda de pesquisa que deve ter em conta, como principais aspectos, que: a nova versão do Manual levou à ampliação da definição de produto e processo, incorporando a definição do Sistema de Contas Nacionais, e abrindo a possibilidade de consideração de outros agentes (setores institucionais) como responsáveis pela (eco)inovação, além das empresas, o governo geral, famílias e instituições sem fins de lucro a serviço das famílias; considerar estes outros agentes como ecoinovadores, deixa clara a necessidade de desenvolver novas diretrizes para a mensuração da (eco)inovação para estes setores institucionais, como já destacado pelo próprio Manual de Oslo em sua versão 4; a consideração de outros agentes abre a possibilidade de tratar a inovação social e sua interação com a ecoinovação, o que permite também abordar a inovação social com impacto ambiental.

Referências bibliográficas

- ABRAMOVAY, R. (2012). *Muito além da economia verde*. São Paulo: Ed. Abril.
- ANDERSEN, M. M. (2006). *Eco-innovation indicators*. Copenhagen: European Environment Agency.
- _____. (2008). Eco-innovation—towards a taxonomy and a theory. In *25th celebration DRUID conference*.
- ANDRADE, T. (2003). Sociologia Ambiental e Tecnologia: A Importância Do Conceito De Inovação. XI Congresso da Sociedade Brasileira de Sociologia.
- ARAÚJO, C.; NASCIMENTO, E.; VIANNA, J. (2014). Para onde nos guia a mão invisível? Considerações sobre os paradoxos do modelo econômico hegemônico e sobre os limites ecológicos do desenvolvimento. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Curitiba, v. 31, p. 9-18, ago.
- ARUNDEL, A, KEMP, R. (2009). *Measuring eco-innovation*. UNU-MERIT Working Papers Series, 2009-17, Maastricht, The Netherlands.
- BRESSER PEREIRA, L. C. (1974). *Uma introdução aos modelos neoclássicos de crescimento*. FGV: São Paulo, Disponível em: http://www.bresserpereira.org.br/papers/1974/74.Uma_introdu%C3%A7%C3%A3o_aos_%20modelos_neoclassicos_de_crescimento.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2019.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J., DEL RÍO, P., KÖNNÖLÄ, T. (2010). Diversity of Eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1073–1083.
- CAULIER-GRICE, J., DAVIES, A., PATRICK, R., NORMAN, W. (2012). *Defining Social Innovation*. Part One of Social Innovation Overview: A deliverable of the project: “The theoretical, empirical and policy foundations for building social innovation in Europe” (TEPSIE), European Commission – 7th Framework Programme, Brussels: European Commission, DG Research. Disponível em: <http://youngfoundation.org/publications/tepsie-social-innovation-overview-parts-i-ii-iii-iv-and-bibliography/>. Acesso em 20/03/2019.
- CAVALCANTI, C. (2002). Meio Ambiente, Celso Furtado e o Desenvolvimento como Falácia. *Ambiente & Sociedade* - Vol. V - no 2, p. 73-84.
- CHEN, Y-S.; LAI, S-B.; WEN, C-T. (2006). The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*. N. 67, p. 331–339. DOI 10.1007/s10551-006-9025-5.
- COELHO FILHO, O.; SACCARO JUNIOR, N.; LUEDEMANN, G. (2016). *A avaliação de ciclo de vida como ferramenta para a formulação de políticas públicas no Brasil*. Brasília: Ipea.
- COHEN, C. (2002). *Padrões de consumo: desenvolvimento, meio ambiente e energia no Brasil*. Tese de doutorado, Planejamento Energético/COPPE/UFRJ.
- COMISSÃO MUNDIAL PARA O MEIO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO (CMMAD). (1991). *Nosso Futuro Comum*. 2ª ed., Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986). *Resolução CONAMA Nº 001*, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em: 22/05/2018.
- COSTA, A. (2013). (Org.) *Tecnologia Social e Políticas Públicas*. -- São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil.
- DE OLIVEIRA, A.; BURSZTYNB, M. (2016). Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. *Interações (Campo Grande)*, v. 2, n. 3.
- DAGNINO, R.; CAPRI JR., S. Risco Ambiental: conceitos e aplicações. *Climatologia e Estudos da Paisagem*. Rio Claro, v.2, n.2, p. 50-87, 2007.
- DÍAZ-GARCÍA C.; GONZÁLEZ-MORENO A.; J. SÁEZ-MARTÍNEZ F. (2015). Eco-innovation: insights from a literature review. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 2015.
- DOMAR, Evsey (1946). Capital expansion, rate of growth, and employment. *Econometrica* 1946: 137-47.
- DOSI, G. (1984). *Technical Change and Industrial Transformation - The Theory and Application to the Semiconductor Industry*. Londres, Macmilland, caps. 2 e 3.
- EC et al. (2009). *System of National Accounts 2008*, United Nations, New York. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf>.
- ECO-INNOVATION OBSERVATORY (2013). Europe in transition. Paving the way to a green economy through Eco-innovation. *Eco-innovation Observatory Annual Report 2012*. Funded by the European Commission. Brussels: DG Environment.

- EUROPA INNOVA. (2006). Thematic Workshop, *Lead Markets and Innovation*, 29 e 30th June 2006, Munich, Germany.
- EUROPEAN COMMISSION. (1995). *Green Paper on Innovation*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- FERREIRA, M. (2011). *Injustiça ambiental associada à disposição final de resíduos sólidos urbanos em Macaé/RJ – Do vazadouro em Águas Maravilhosas ao aterro sanitário na BR-101*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Macaé: IFF Instituto Federal da Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.
- FIKSEL, J. (1997). Ingeniería de diseño medioambiental. *DEF: desarrollo integral de productos y procesos ecoeficientes*. Madrid: McGrawHill Book.
- FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. (2006). *Manual de Oslo*. 3. ed. [s.l.]: Finep.
- FORAY, D.; GRÜBLER, A. (1996). Technology and the environment: an overview. *Technological forecasting and social change*, v. 53, n.01, September.
- FREEMAN, C. (1992). *The economics of hope: essays on technical change, economic growth, and the environment*. London and New York: Pinter Publishers.
- _____. (1996). The greening of technology and models of innovation. *Technological forecasting and social change*, v. 53, n. 01, September.
- FRONDEL, M.; HORBACH, J.; RENNINGS, K. (2007). End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries. *Business strategy and the environment*, v. 16, n. 8, p. 571-584.
- FUSSLER, C., & JAMES, P. (1996). *Eco-innovation: A breakthrough discipline for innovation and sustainability*. London: Pittman Publishing.
- GORENDER, J. (1996). Apresentação. In: MARX, K. *O Capital: crítica da economia política* - Livro I. São Paulo: Nova Cultural.
- GUTMAN, V.; LÓPEZ, A. (2017). Producción verde y ecoinnovación. In: ROVIRA, S.; PATIÑO, J.; SCHAPER, M. *Ecoinnovación y producción verde - Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá. Naciones Unidas, Santiago, febrero.
- HARROD, R. (1939). "An essay in dynamic theory", *Economic Journal* 1939: 14-33.
- KALDOR, N. (1956). Alternative theories of distribution. *Review of Economic Studies*, v. 23, n. 2, 1956.
- KEMP, R., ARUNDEL, A., (1998). Survey indicators for Environmental Innovation. *IDEA report*. Step group. Oslo.
- KEMP, R.; PEARSON, P. (2007). *Final report MEI project about measuring ecoinnovation*. UM-MERIT. Maastricht.
- <http://www.merit.unu.edu/MEI/deliverables/MEI%20D15%20Final%20report%20about%20measuring%20eco-innovation.pdf>
- KLEMMER, P., LEHR, U., et al. (1999). *Environmental Innovation. Incentives and Barriers*. German Ministry of Research and Technology (BMBF). Analytica-Verlag, Berlin.
- KNEIPP et al. (2011). Emergência temática da inovação sustentável: uma análise da produção científica através da base Web of Science. *Rev. Adm. UFSM*, Santa Maria, v. 4, n. 3, p. 442-457 set./dez.
- KOELLER, P.; MIRANDA, P. (2018) Ecoinovação. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n. 57.
- LÓPEZ, A. (1996). *Competitividad, innovacion y desarrollo sustentable: una discusión conceptual*. DT 22, Buenos Aires: CENIT.
- LUNDVALL, B-A (ed.) (2007). Post Script: Innovation System Research Where it came from and where it might go. In Lundvall, B.-Å. (ed.) (2007), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers (2nd edition of the 1992 book).
- LUSTOSA, M. C. J. (2002). *Meio Ambiente, Inovação e Competitividade na Indústria Brasileira: a cadeia produtiva do petróleo*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, IE/UFRJ.
- MEADE, J. E. (1961) *A Neoclassical Theory of Economic Growth*. Londres: G.Allen & Unwin Ltd.
- MEADOWS, D., MEADOWS, D., RANDERS, J. e BEHREN III, W. (1972). *The Limits to Growth: a report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.

MILANEZ, B. (2009). Modernização ecológica no Brasil: limites e perspectivas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. n. 20, p. 77-89, jul./dez. Editora UFPR.

MOL, A. (1995). *The Refinement of Production: Ecological Modernisation Theory and the Chemical Industry*. Utrecht: Jan van Arkel/ International Books.

NELSON, R.; WINTER, S. (1982) - *An Evolutionary Theory of Economics Change*. Cambridge, Mass Harvard U. P., cap. 1.

NELSON, R.; ROSENBERG, N., eds. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York/Oxford: Oxford University Press.

NOGUEIRA, M.; ZUCOLOTO, G. (2017). Fiat lux!!! – a inovação e as MPEs. In: _____; _____. *Um pirilampo no porão – um pouco de luz nos dilemas da produtividade das pequenas empresas e da informalidade no Brasil*. Brasília: Ipea. Disponível em: <<https://goo.gl/8ayz1D>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

NOGUEIRA, M. (2017). Rumo ao fundo mais fundo do porão – a dimensão da informalidade no Brasil. In: _____; _____. *Um pirilampo no porão – um pouco de luz nos dilemas da produtividade das pequenas empresas e da informalidade no Brasil*. Brasília: Ipea. Disponível em: <<https://goo.gl/8ayz1D>>. Acesso em: 10 jan. 2018

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. (2005). *Oslo manual: the measurement of scientific and technological activities*. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

_____ (2007). *Glossary of Statistical Terms*. Paris: OECD. Disponível em: <<https://stats.oecd.org/glossary/download.asp>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

_____ (2009), *Sustainable Manufacturing and Eco innovation: Towards a Green Economy*. Policy Brief, Paris, Published by OECD, June.

_____ (2009), *Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation Synthesis Report Framework, Practices and Measurement*, Paris, Published by OECD.

OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.

OLIVIERI, A. (2009). *A Teoria da Modernização Ecológica: uma avaliação crítica dos fundamentos teóricos*. Tese apresentada ao Departamento de Sociologia da Universidade de Brasília/UnB como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor. Brasília, maio. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/41616193_A_Teoria_da_Modernizacao_Ecologica_uma_avaliacao_critica_dos_fundamentos_teoricos [acesso em 27/09/2018].

_____ (2008). A teoria da modernização ecológica e a mudança climática. *Revista Processus de Estudos de Gestão, Jurídicos e Financeiros* – Ano 3 – Edição Nº 07 ISSN 2178-2008.

OLTRA, V. (2008). Environmental Innovation and Industrial Dynamics: the contributions of evolutionary economics. *DIME Working Papers on Environmental Innovation*, n. 7.

OZUSAGLAM, S. (2012). Environmental innovation: a concise review of the literature, *Vie & sciences de l'entreprise* 2012/2 (Nº 191 - 192), p. 15-38. DOI 10.3917/vse.191.0015.

PINSKY et al. (2015). Inovação sustentável: uma perspectiva comparada da literatura internacional e nacional. *INMR - Innovation & Management Review*, v. 12, n. 3.

PORTER, M., LINDE, C. (1995a). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, v. 9, n. 4, p. 97-118.

_____ (1995b). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, v. 73, n. 5, p. 120-134, set./out.

PRESTON, John T. (1997). Technology innovation and environmental progress. In: Chertow, M. R. E Esty, D. C. *Thinking Ecologically – the next generation of environmental policy*. Londres: Yale Univ. Press.

RENNINGS, K. (1998). Towards a theory and policy of eco-innovation-Neoclassical and (Co-) Evolutionary Perspectives (No. 98-24). *ZEW Discussion Papers*.

_____ (2000). Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics* n. 32, p. 319–332.

RENNINGS, K., ZWICK, T. (Eds.). (2003). *Employment Impacts of Cleaner Production*, *ZEW Economic Studies*, Bd. 21, Heidelberg.

RICARDO, D. (1996). *Princípios de Economia Política e Tributação*. Tradução de Paulo Henrique Ribeiro Sandroni. São Paulo: Nova Cultural.

ROVIRA, S.; PATIÑO, J.; SCHAPER, M. (2017). *Ecoinnovación y producción verde - Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá. Naciones Unidas, Santiago, febrero.

ROMEIRO, A. (2003). Economia ou Economia política da sustentabilidade. In: May, P.; Lustosa, M.C.J.; Vinha, V. *Economia do Meio Ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier.

SACHS, I. (2007). A revolução energética do século XXI. *Estudos Avançados*, 21, 59, p. 21-38.

SCHAPER, M. (2017). Antecedentes. In: ROVIRA, S.; PATIÑO, J.; SCHAPER, M. *Ecoinnovación y producción verde - Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá. Naciones Unidas, Santiago, febrero.

SCHIEDERIG, T.; TIETZE, F.; HERSTATT, C. (2012). Green innovation in technology and innovation management – an exploratory literature review. *R&D Management*, v. 42, n. 2, p. 180-192.

SOARES, M.; CASSIOLATO, J. (2015). Crise, sustentabilidade e mudança tecnológica. In: J.E. Cassiolato, M.G. Podcameni, M.C.C. Soares. *Políticas estratégicas de inovação e mudança estrutural - vol. 1: Sustentabilidade socioambiental em um contexto de crise*. Rio de Janeiro: E-paper.

SOLOW, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics* 70: 65-94.

SPAARGAREN, G.; MOL, A.; BUTTEL, F., eds. (2000). *Environment and Global Modernity*. London: Sage.

SPAARGAREN, G. (1997). *The Ecological Modernisation of Production and Consumption*. Essays in Environmental Sociology. Dissertation. Wageningen: Wageningen Agricultural University.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE RESEARCH FOR GOVERNANCE OF SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEMS. (2010). *Annual Report 2009*. Sweden. Stockholm University.

SONNENFELD, D. (2000). Contradictions of Ecological Modernization: Pulp and Paper Manufacturing in South East Asia. *Environmental Politics* 9 (1): 235–256.

SPEZAMIGLIO, B.; GALINA, S.; CALIA, R. (2016). Competitividade, Inovação e Sustentabilidade: uma inter-relação por meio da sistematização da literatura. *REAd. Rev. eletrôn. adm.* (Porto Alegre) [online]. vol.22, n.2, pp.363-393. ISSN 1980-4164. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-2311.009162016.62887>.

TORRES, R. (2019). “Inovação” na Teoria Econômica: uma revisão. *VI Encontro de Economia Catarinense*. Joinville, SC, 2012. Disponível em: http://www.apec.unesc.net/VI_EEC/sessoes_tematicas/Tema6.../Artigo-3-Autoria.pdf. Acesso em: 06 mar.

UNITED NATIONS (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Disponível em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> Acesso em: 21/05/2018.

VAZ, C.; LEZANA, A.; MALDONADO, M. (2017). Mapeamento Bibliométrico da Literatura Científica de Eco-inovação (1978-2017). *Anais SIMPOI 2017*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319545633_Mapeamento_Bibliometrico_da_Literatura_cientifica_de_Eco-inovacao_1978-2017/download>. Acesso em: 10 fev. 2019.

VAZ, C.; MALDONADO, M.; LEZANA, A. (2017). Mapeamento Sistemático da Literatura Científica de Eco-Inovação. *Congresso Internacional de Administração*, Paraná.

VINNOVA. Drivers of environmental innovation. *VINNOVA Innovation in focus* VF 2001:1. VINNOVA-Swedish Governmental Agency for Innovation Systems, 66. Stockholm, 2001.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). (2006). *Eco-efficiency: learning module*. WBCSD, Disponível em: <<https://docs.wbcsd.org/2006/08/EfficiencyLearningModule.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2019.

ZUCOLOTO, G.; RESPONDOVESK, W. (2018). Inovação com impacto social: afinal, do que falamos? *Radar : tecnologia, produção e comércio exterior*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n. 57.

ⁱ Os autores agradecem os comentários de Fernanda De Negri e Graziela Zucoloto e o apoio de Leonardo de Mello Szigethy de Jesus e assumem inteira responsabilidade sobre eventuais equívocos e omissões.

ⁱⁱ Mesmo que as empresas reduzam individualmente seus impactos ambientais utilizando tecnologias menos nocivas ao meio ambiente, o aumento da escala de produção das empresas pode gerar um aumento do nível absoluto de emissões por causa do aumento das quantidades produzidas. Uma redução de emissões por unidade de produto, emissões relativas, não garantem a redução da emissão absoluta de poluentes – emissão por unidade de produto multiplicado pela quantidade produzida.

ⁱⁱⁱ Esta seção é parcialmente baseada em Koeller, P.; Miranda, P. (2018). Ecoinovação. Radar 57.

^{iv} Diferente dos demais autores, Rennings (1998 e 2000) inclui as tecnologias acopladas ao processo produtivo, como reciclagem e aquelas empregadas em tratamentos de resíduos, no conjunto de tecnologias preventivas.

^v Segundo o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável), ecoeficiência é uma filosofia de administração de empresas que encoraja negócios que busquem melhorias ambientais e, paralelamente, gerem benefícios econômicos. Foca nas oportunidades de negócios e leva as empresas a tornarem-se mais responsáveis ambientalmente e lucrativas” (WBCSD, 2006, p.3). No original: “Eco-efficiency is a management philosophy that encourages business to search for environmental improvements that yield parallel economic benefits. It focuses on business opportunities and allows companies to become more environmentally responsible and more profitable”.

^{vi} Cabe destacar a distinção entre “tecnologias mais limpas” e ‘tecnologias limpas’. Como colocam Kemp e Soete (1992), ao se referir a “tecnologias mais limpas”, está se estabelecendo uma relação de contraposição a tecnologias já existentes, ou comparando diretamente os produtos, com outros produtos com a mesma função.

^{vii} Não se pretende realizar uma exposição exaustiva sobre risco ambiental, somente esclarecer o conceito para melhor compreender a definição de ecoinovação. Ver Dagnino e Capri Jr. (2007) e Beck e Kropp (2007) para uma discussão detalhada sobre o tema.

^{viii} No Brasil, a resolução Conama 001 de 1986 estabelece em seu Art. 6º que a análise dos impactos ambientais contidas nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA), para fins de licenciamento ambiental de atividades altamente poluidoras, devem identificar, prever a magnitude e interpretar os prováveis impactos relevantes, discriminando: “os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais” (CONAMA, 1986).

^{ix} Diversos conceitos para ciclo de vida foram desenvolvidos, sendo que os primeiros tratavam apenas do ciclo de vida do produto. Para Fiksel (1997) e Rebitzer (2004), o ciclo de vida de um produto inclui desde a extração das matérias-primas, produção, distribuição, consumo e disposição final, podendo contemplar também reciclagem e reuso quando for o caso. Já Rovira, Patiño e Schaper (2017) ampliam a definição de ciclo de vida, incorporando também serviços, desde a pesquisa e desenvolvimento (P&D) até a eliminação final.

^x <http://acv.ibict.br/>

^{xi} Os setores institucionais são definidos pelo Manual do Sistema de Contas Nacionais como: “(...) an institutional unit is that it is capable of owning goods and assets, incurring liabilities and engaging in economic activities and transactions with other units in its own right.

For the purposes of the SNA, institutional units that are resident in the economy are grouped together into five mutually exclusive sectors (...).” (EC et al, 2009, p.2). Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf>. Acesso em 28/02/2019.

O IBGE, que também segue o Manual do Sistema de Contas Nacionais, define setores institucionais como: “Setor institucional: Conjunto de unidades institucionais, que são caracterizadas por autonomia de decisões e unidade patrimonial.”. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101620_notas_tecnicas.pdf ou <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/servicos/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 28/02/2019.

^{xii} Para uma discussão sobre o conceito de inovação social, ver Zucoloto e Respondevesk (2018).