

Aula PRG008-2022 - Departamento de Engenharia de Produção

FUNDAMENTOS DE ECONOMIA CIRCULAR

Aline Sacchi Homrich

SUMÁRIO:

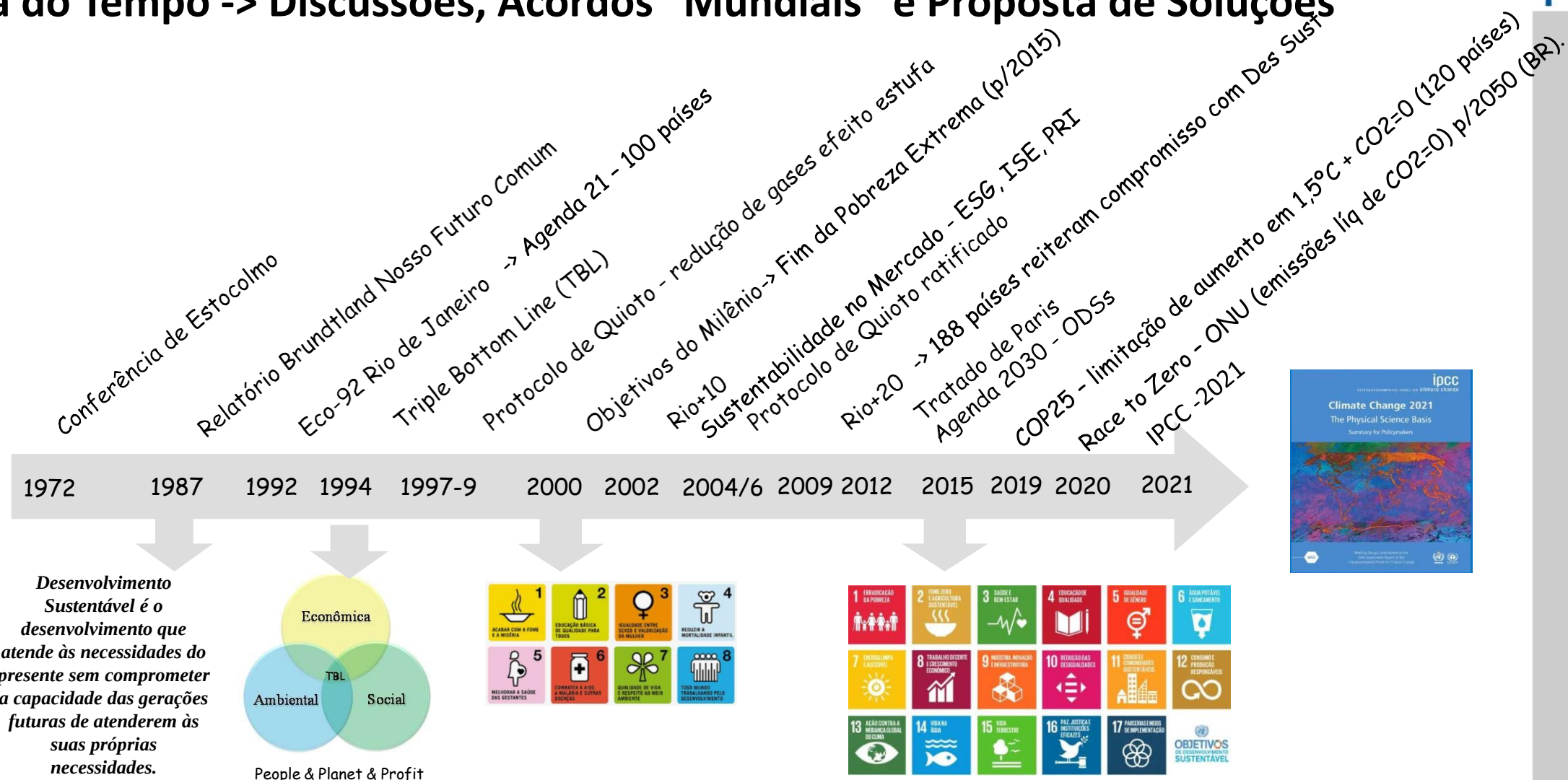
- Retomar discussão sobre Histórico da Sustentabilidade
- Desenvolvimento Sustentável
- Conceituação e Definição de Economia Circular
- Casos Práticos e Desdobramentos
- Limitações e Implicações para o Futuro
- Exemplo de Pesquisa

INTRODUÇÃO

É um conjunto de elementos necessários para a produção de bens e serviços que buscam atender às necessidades do mercado, de forma organizada de acordo com as regras econômicas, sociais, jurídicas entre outras.

oferta + demanda = mercado

Linha do Tempo -> Discussões, Acordos “Mundiais” e Proposta de Soluções

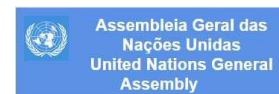


Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Agenda 2030

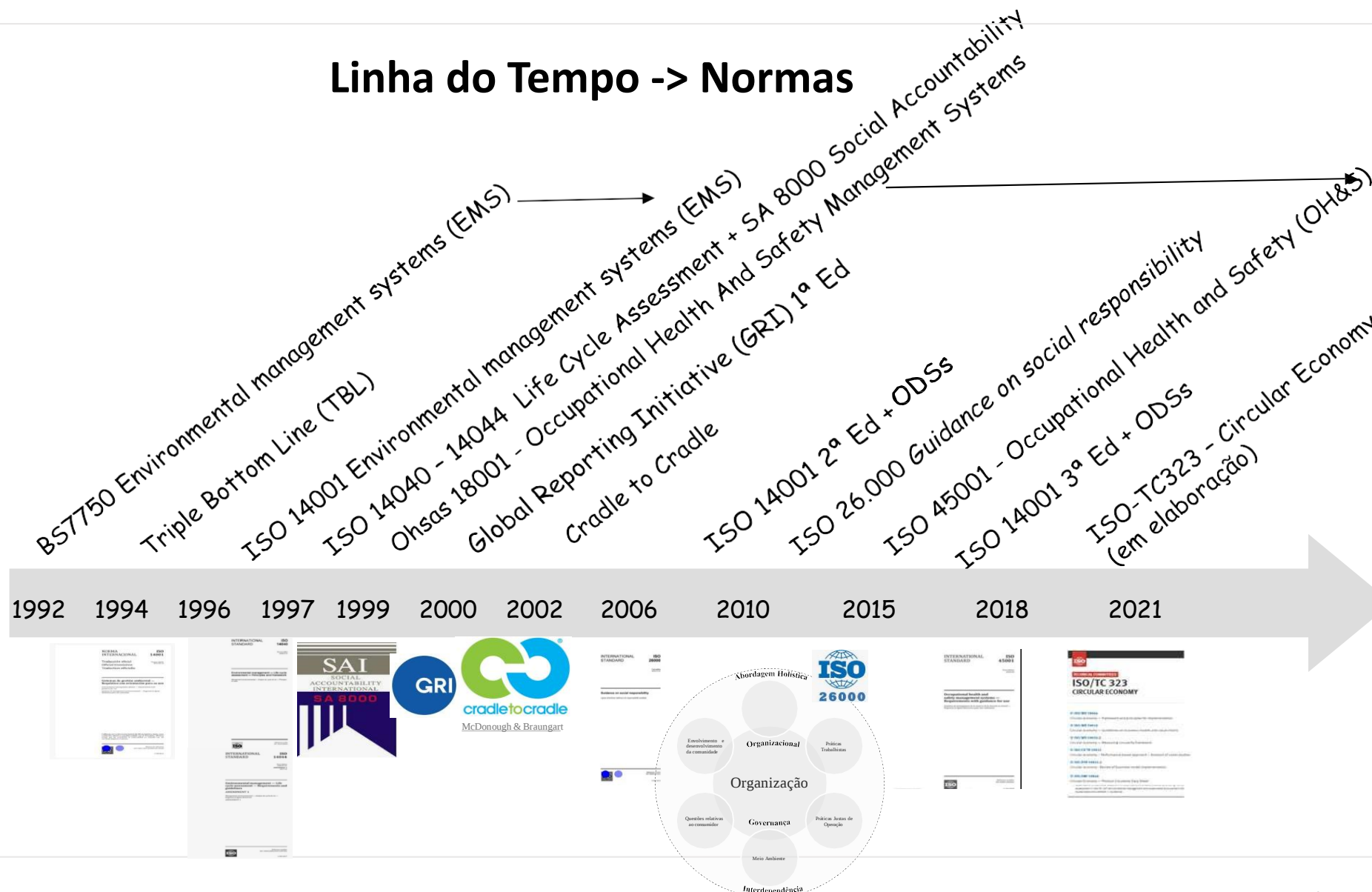
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11803Official-List-of-Proposed-SDG-Indicators.pdf>



Aline Sacchi Homrich



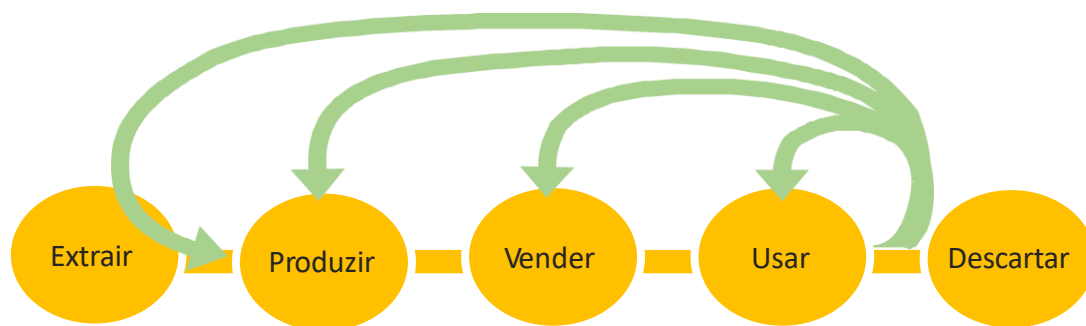
Linha do Tempo -> Normas



ECONOMIA CIRCULAR

DEFINIÇÃO

- Visa enfrentar o desafio da escassez de recursos e disposição de resíduos em uma abordagem ganha-ganha com perspectiva econômica e de valor.
- A circularidade é compreendida sob a perspectiva dos vários ciclos fechados biológicos e técnicos possíveis;
- É baseada em princípios de "projetar" para evitar desperdício e poluição, almejando a extensão do ciclo de vida, compartilhamento, reuso, reciclagem, remanufatura e recondicionamento;
- Sua implementação viável depende de repensar o gerenciamento de operações e as cadeias produtivas, os processos de fabricação e o gerenciamento da cadeia de suprimentos, considerando todas as fases do ciclo de vida de produtos e serviços (início da vida - BOL, meio da vida - MOL e fim de vida - EOL).



- Integra diversas escolas de pensamento:



Economia Circular

Busca ser um sistema industrial que é restaurador ou regenerativo por intenção e design



Fontes de Valor Circular



CICLOS MENORES



CICLOS MAIS LONGOS



USO EM CASCATA



INSUMOS PUROS

Melhorar o nível de uso de produtos

Encorajar **consumo reduzido**
Estimular a comercialização de **produto como serviço**
Fomentar o **compartilhamento**

Aumentar o tempo de vida de produtos, partes e componentes;

Oferecer a **manutenção**;
Incentivar a **remanufatura**;
Viabilizar a **atualização** de produtos

Recuperar materiais descartados

Realizar a **reciclagem**
Viabilizar a **biodegradação**
Estruturar a **simbiose industrial e urbana**

Melhorar a aplicação de materiais e energia

Usar **materiais e energias renováveis**
Empregar **biomateriais**
Fazer uso de **insumos orgânicos**
Utilizar materiais totalmente recicláveis

(EMF, 2013)

DIAGRAMA BORBOLETA (EMF, 2013)

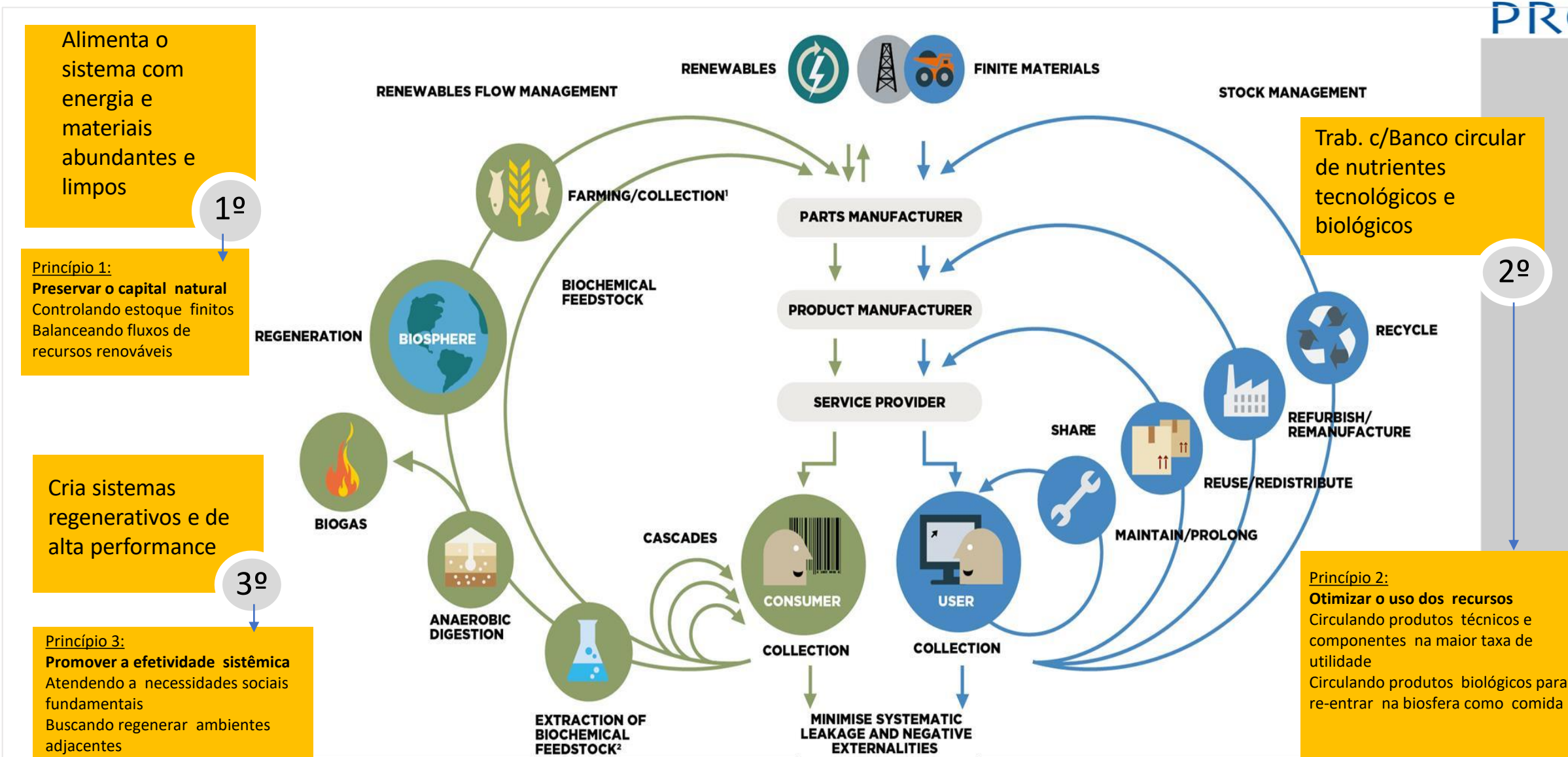
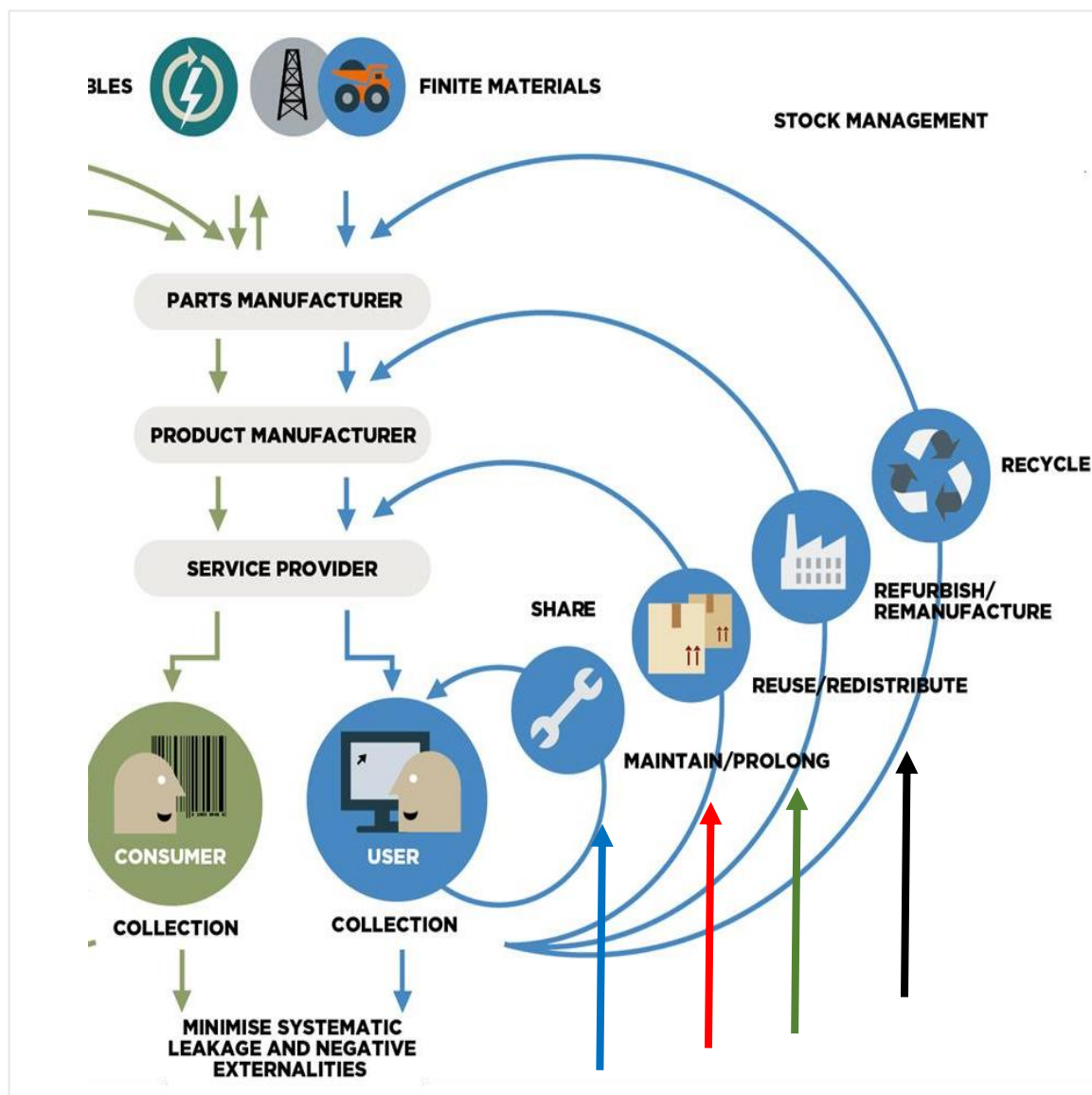


DIAGRAMA BORBOLETA (EMF, 2013)



- Soluções que promovam a utilização dos recursos de forma compartilhada, potenciando a sua utilidade. Quando um usuário já não usa um determinado produto, devem então existir canais que permitam o recolhimento, a manutenção e/ou a redistribuição do mesmo.

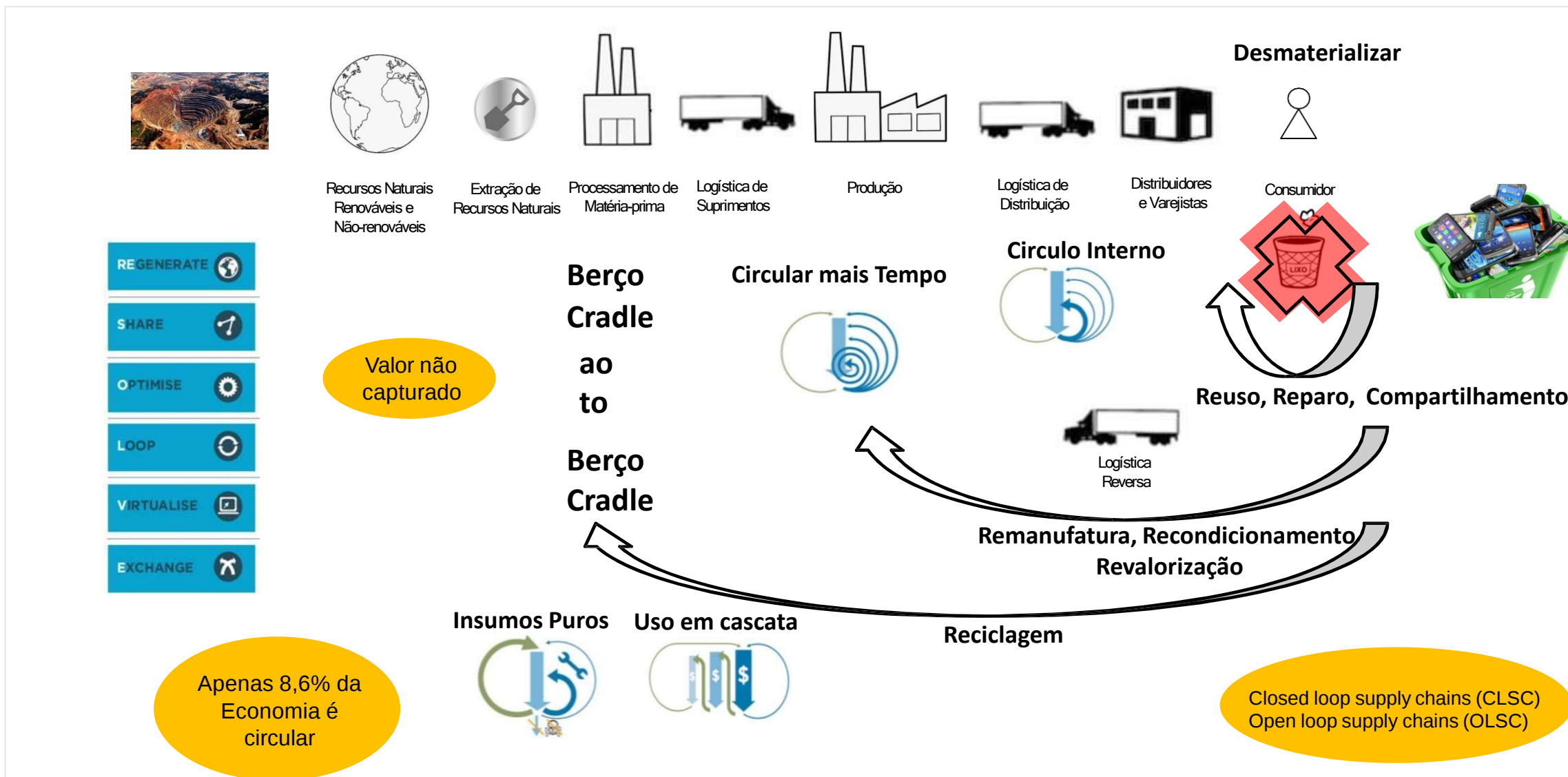
Manutenção e a reparação dos produtos, de modo a prolongar o seu tempo de vida útil.

- Quando um produto se torna obsoleto, ou já não seja passível de reparação, este deve ser encaminhado de modo a ser desconstruído e os seus componentes aproveitados para a produção de novos produtos.
- Quando nenhuma destas soluções é viável, então os recursos devem ser encaminhados para os processos de reciclagem adequados.

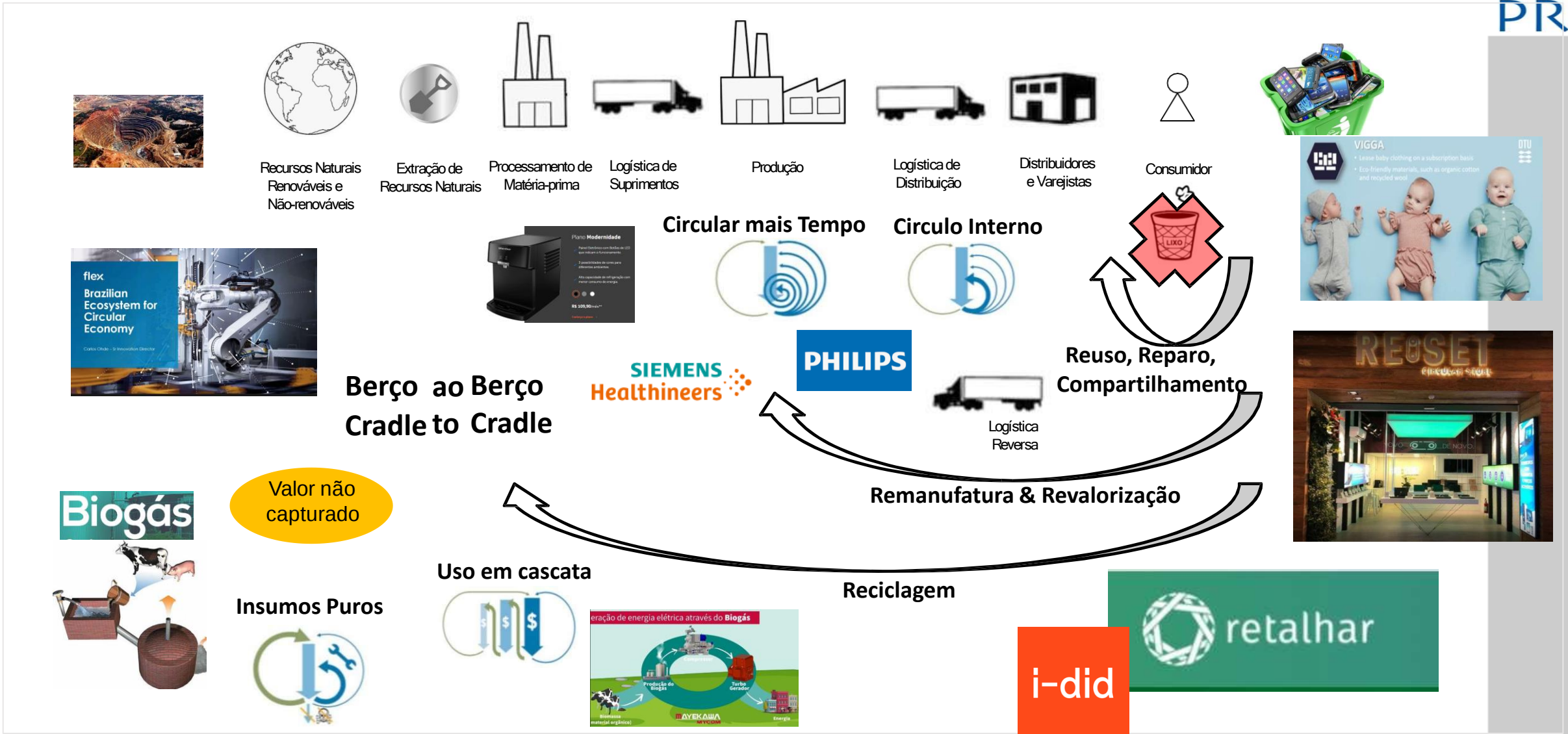
(EMF, 2013)

RESUMO

IMPLICAÇÕES – CADEIAS PRODUTIVAS CIRCULARES



EXEMPLOS DE CADEIAS PRODUTIVAS CIRCULARES



EXEMPLOS DE CADEIAS PRODUTIVAS CIRCULARES

Tendências na Indústria da Moda Circular

1. Uso de biomateriais: caso da fibra de bambu (Fusion Clothing); sandálias e jaquetas feitas de cogumelos (espécie mycelium, H&M Foundation); bolsas feitas de kombucha; tingimento de tecidos com bactérias vivas (Puma); entre outros;

2. Estimulo à moda digital sustentável: venda de produtos relacionados à cadeia da moda sustentável por intermédio digital;

3. Reintegração dos resíduos têxteis na produção e pós-descarte: um exemplo é a I Did, que recolhe roupas de trabalho corporativas descartadas e oferece a transformação desses materiais, outrora incinerados, em fibras que constituem um material similar ao feltro;

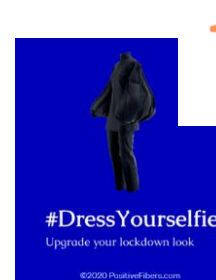
4. A criação de bibliotecas de roupas: as roupas não são compradas, mas “emprestadas”;

5. Novos comportamentos: consumo consciente e aceitação de produtos de “segunda mão”.

Fonte: Climate Smart Institute, 2021.



enjoei



Positive
Fibers



i-did

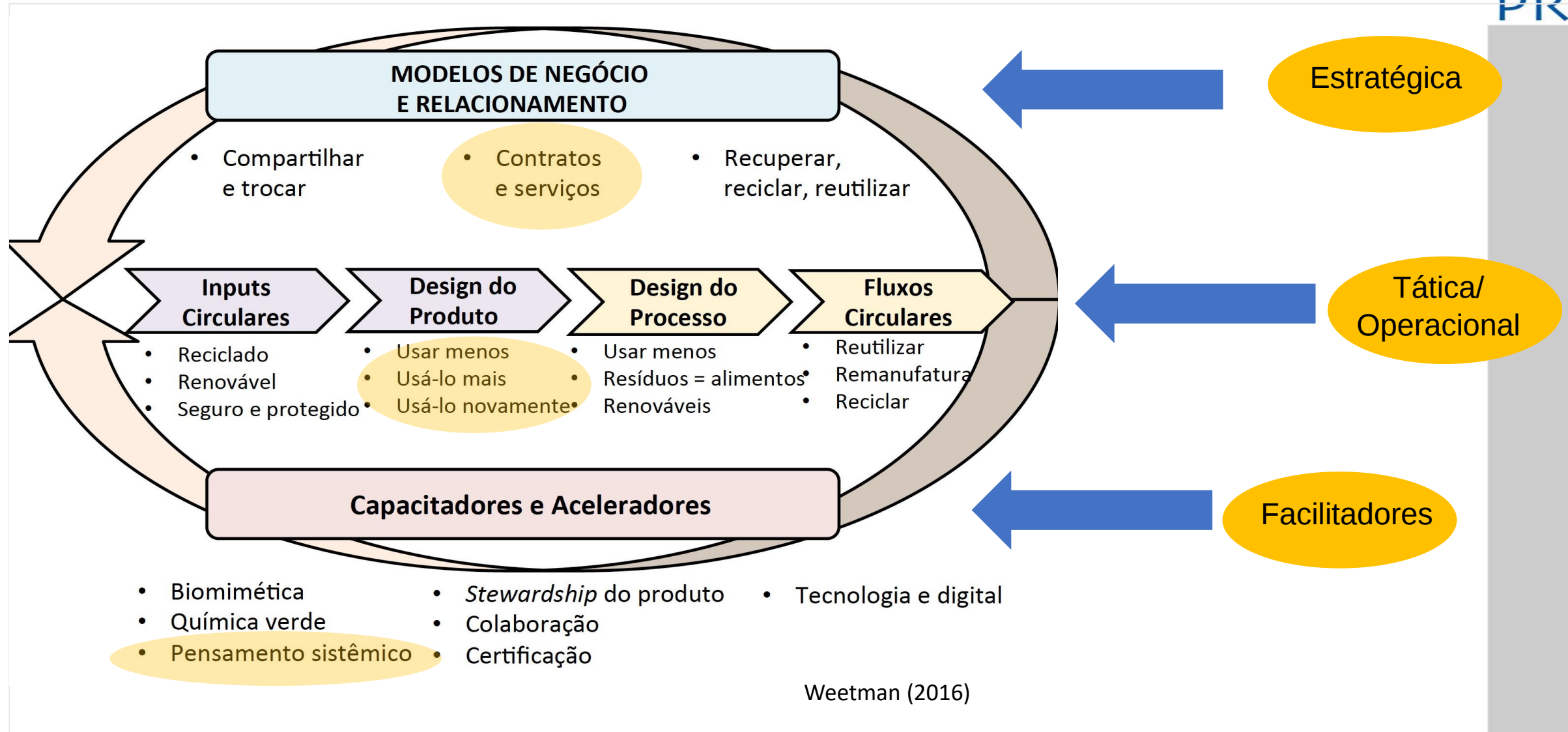


Quais os desafios das esferas pública e privada por uma Economia Circular?

[...] um dos principais desafios está relacionado com o ambiente regulatório e de políticas públicas, que ainda não são capazes e eficazes para atrair o montante de investimento e qualidade de financiamento necessários para lidarmos com as situações que temos atualmente. Não há políticas de regulamentação, de fato, que sejam especificamente direcionadas para isso. Elas estão emergindo na União Europeia e noutros países, incentivando-os a colocarem parcerias de investimento pro-economia azul circular no topo das suas agendas, mas não há muita ligação ainda com o empreendedorismo social, por exemplo. (Elsa de Moraes Sarmento, 2021)

Homrich et al (2021)

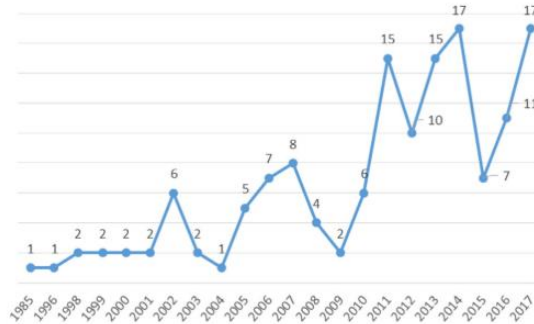
PERSPECTIVAS CIRCULARES – FRAMEWORK WEETMAN (2016)



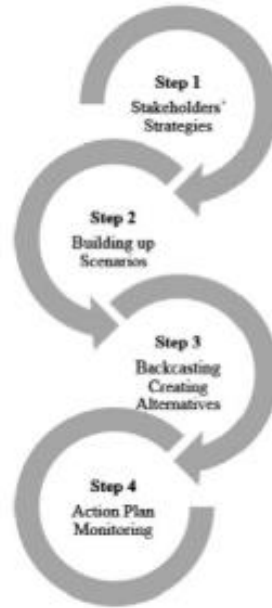
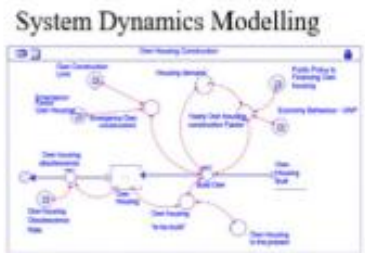
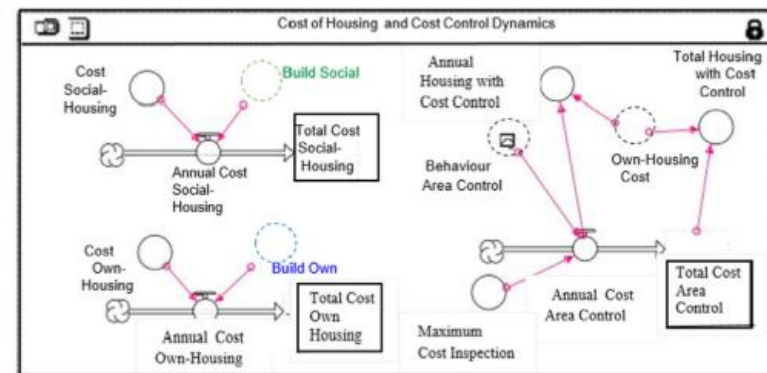
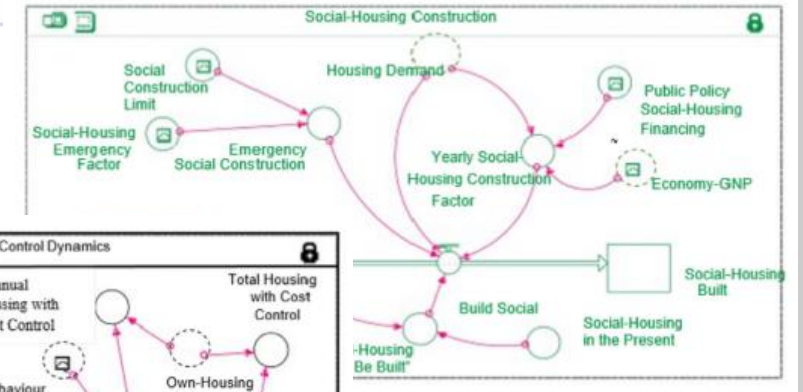
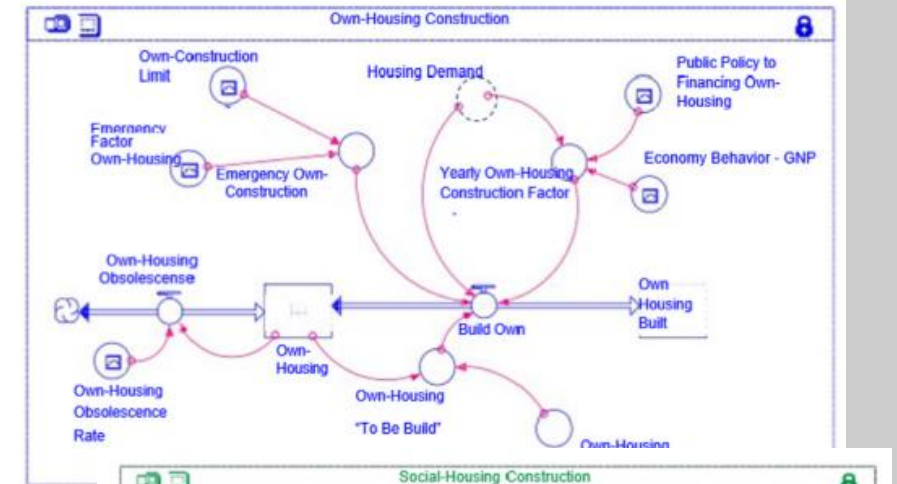


Applying backcasting and system dynamics towards sustainable development: The housing planning case for low-income citizens in Brazil

Jorge de Oliveira Musse^a, Aline Sacchi Homrich^{b,*}, Renato de Mello^a, Marly M. Carvalho^b



Friendly Front-End-Interface





ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Resources, Conservation & Recycling

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resconrec



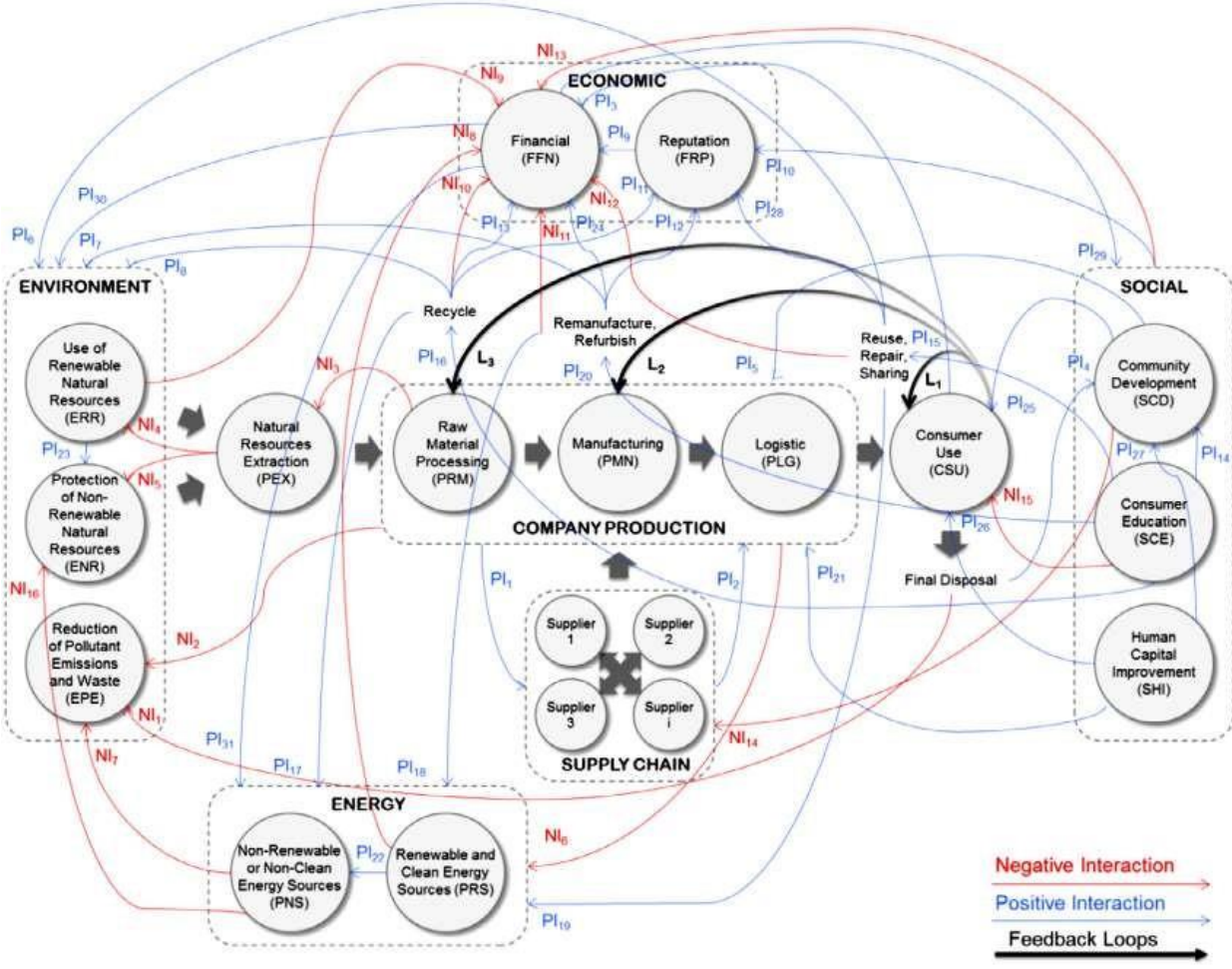
Review

Towards a value stream perspective of circular business models

Graziela Darla Araujo Galvão^{a,*}, Aline Sacchi Homrich^a, Martin Geissdoerfer^{b,c}, Steve Evans^b, Paulo Sergio scoleze Ferrer^a, Marly M. Carvalho^a

To \ From	ECONOM			SOCIAL			ENVIRONMENT			ENERGY		PRODUCTION			SC	CS	LOOPS		
	FTN	FRP	SCD	SCE	SHI	ERR	ENR	EPE	PNS	PRS	PEX	PRM	PMN	PLG	SPP	CSU	L1	L2	L3
ECONOM	FTN	-		PI ₂₈	PI ₂₉	PI ₂₉	PI ₃₀	PI ₃₀	PI ₃₀	PI ₃₁	PI ₃₁								
	FRP	PI ₆	-																
SOCIAL	SCD	NI ₁₃	PI ₁₀	-								PI ₁	PI ₁	PI ₁		NI ₁₄	PI ₂₅		
	SCE	NI ₁₃	PI ₁₀	PI ₁₄	-											NI ₁₅	PI ₁₅	PI ₁₅	PI ₁₆
	SHI	NI ₁₃	PI ₁₀	PI ₁₇		-						PI ₁₁	PI ₁₁	PI ₁₁		PI ₁₄			
ENVIRONMENT	ERR	NI ₄					-	PI ₁₃											
	ENR							-											
	EPE								-										
ENERGY	PNS	NI ₄						NI ₁₆	NI ₁	-									
	PRS									PI ₁₂	-								
PRODUCTION	PEX						NI ₄	NI ₁				-							
	PRM								NI ₂	NI ₄	NI ₄	NI ₁	-			PI ₁			
	PMN								NI ₂	NI ₄	NI ₄			-		PI ₁			
	PLG								NI ₂	NI ₄	NI ₄				-	PI ₁			
SC	SPP											PI ₂	PI ₂	PI ₂	-				
CS	CSU	PI ₁		PI ₄					NI ₁								-		
LOOPS	L1		NI ₁₂	PI ₂₈			PI ₆	PI ₆	PI ₆	PI ₁₄	PI ₁₄							-	
	L2	*		PI ₁₂			PI ₇	PI ₇	PI ₇	PI ₁₃	PI ₁₃								-
	L3	**		PI ₁₁			PI ₄	PI ₄	PI ₄	PI ₁₇	PI ₁₇								-

Company Production in the Context of the Circular Business Model (CBM)



ARTIGO ECOSSISTEMA DE NEGÓCIO

PSS IN THE HEALTHCARE AND THE CHALLENGE OF CIRCULAR ECONOMY: EVIDENCES FROM BRAZIL AND THE UK

Research Context

Health Products in developing Countries - Developing countries are consumers of **healthcare imported products**, and only the consumption and the EOL phases occur in these countries (SHOKOHYAR *et al.*, 2014)

Aline Sacchi Homrich (LGP-POLI-USP) - aline.homrich@usp.br
Graziela Darla Araújo Galvão (LGP-POLI-USP) - graziela.galvão@usp.br
Marly Monteiro de Carvalho (LGP-POLI-USP) - marlymc@usp.br

PSS [...] **underexplored field** in healthcare (XING; RAPACCINI and VISINTIN, 2017)

Lack of understanding about the orchestration of the “**business model change at the firm and ecosystem levels** to achieve transformation toward **circular economy** paradigm”(PARIDA *et al.*, 2019).

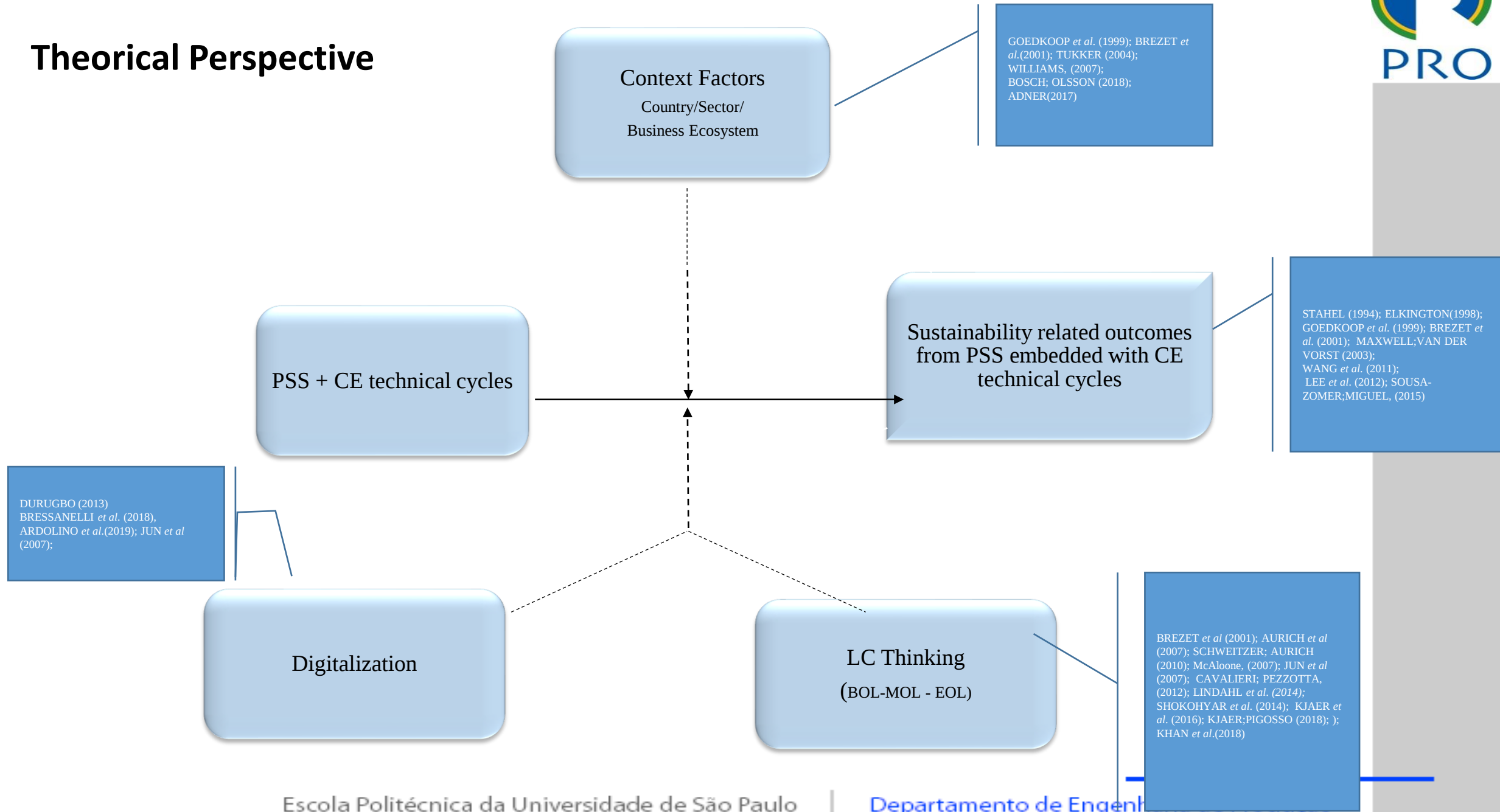
Digitalization - the role of digitalization within the service transformation is still an **underexplored theme** (ARDOLINO *et al.*, 2018) implying in ‘a **lack of awareness** or appreciation of the **information and communication technologies** that are enabling many product-centric service offerings to occur in practice’ (LIGHTFOOT; BAINES and SMART, 2013)

CE implementation – “more studies that investigate the CE implementation process in firms' sites should be conducted to advance the knowledge related to **practical implementation**”(SOUSA-ZOMER *et al* 2018).

Product lifecycle - The **lack of feedback loops** from the EOL and MOL stages when designing, developing or improving products and services (JUN; KIRITSIS; XIROUCHAKIS, 2007); Effective capture, manage and share **product lifecycle information and data** are still mandatory and **not properly addressed yet** (WUEST; WELLSANDT, 2016).

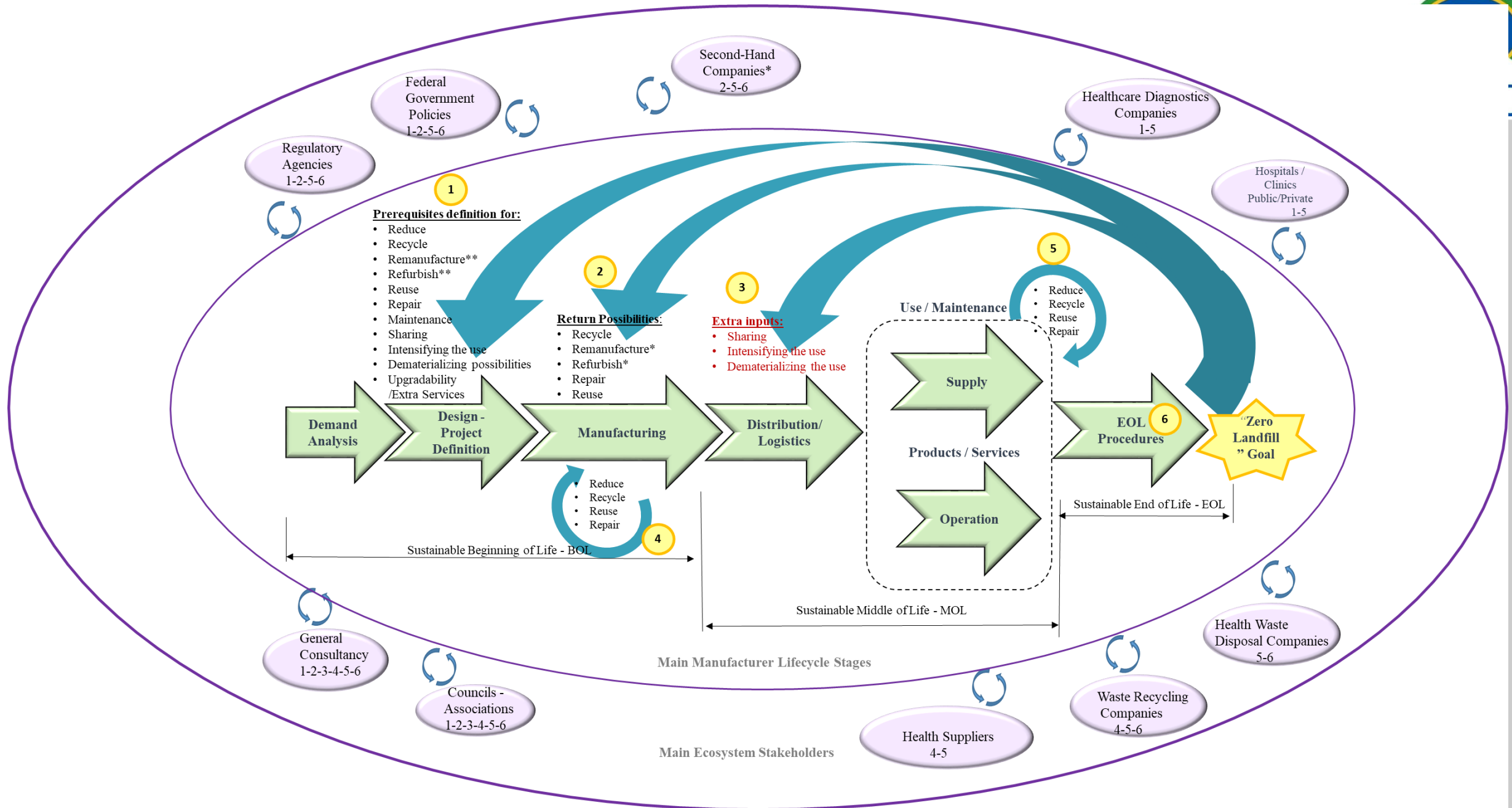
Context factors - Absent research accomplishments regarding the **legislative, institutional and cultural dimensions** to foster CE (EZZAT, 2016); **Social aspects** support linear economy (HOMRICH *et al.*, 2018)

Theoretical Perspective



Results -> Empirical Research to 60 companies Brazil and England

- Sustainability influences in the procurement process;
- Second-hand equipment and the different approaches;
- Second-Hand Equipment 'dealers' or original manufacturer: a repair decision
- Modularization in Repair process
- Original Manufacturer's digitalization and contractor's perception
- Barriers to Monitoring Performance
- Sustainability consequences of digitalization
- Equipment tracking and End of Life
- Co-responsibility
- Repair in Brazil, Refurbishing in the Headquarters



Conclusions

- State currently practices within the healthcare BE regarding opportunities and limitations to embed CE technical cycles into PSS configurations;
- Identification of the main players, roles, activities and interdependency within the healthcare BE.
- Identification of context factors that hinder and foster CE practices;
- Contribute to scientific literature with “field research” information about a high complex level sector adding to the discussion aspects of actual digital technologies and life cycle thinking impacts.
- Propose a cross country analysis to CE favourability and a framework to integrate CE technical cycles, considering digital technologies and lifecycle.

Limitations

- Case studies: selection of companies engaged with PSS, not deeply with CE technical cycles; although many organizations were interviewed they do not represent the “universe of organizations (no generalization allowed)
- Personal and moral values from research stakeholders, interpretation bias Private and for-profit organizations focused
- Limited sample of interviewees

Future Research

- Future studies must be applied to deepen the understanding of the conditions under which these factors directly affect PSS performance. For this investigation, quantitative survey research method can be applied.
- The investigation in other sectors could also contribute to delimiting the aspects of BE influence and create conditions to act proactively upon them.



ARTIGO MODULARIZAÇÃO

Modularidade e Modularização como Abordagem de Economia Circular para Produção de Biogás

Margareth Oliveira Pavan - Engenharia Produção/POLI/USP
Aline Sacchi Homrich - Engenharia Produção/POLI/USP
Marly Monteiro de Carvalho - Engenharia Produção/POLI/USP

Biogás é uma mistura de gases que contém entre 40% e 70% de metano, dióxido de carbono (CO_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S) e outros gases traços.

Pode ser diferentes aplicações em substituição aos combustíveis fósseis.

É produzido a partir da digestão anaeróbica de matérias-primas orgânicas (como vinhaça, estrume animal e lodo de águas residuais e res. Sólidos urbanos-fração orgânica)

- O biogás representa um importante recurso para transição energética, rumo à descarbonização dos sistemas energéticos.
- Modularização e Modularidade tem sido estudada como estratégia circular para os sistemas energéticos.
- Existem vários benefícios de projetar, com foco na funcionalidade e na gestão do fim da infraestrutura da vida (descomissionamento).
- Design modular é essencial para a desmontagem, manutenção, atualização, reutilização e reciclagem em produtos, além da proposta de customização para diferentes escalas.

Objetivo

- Discutir Modularidade e Modularização a partir do guarda-chuva da economia circular explorando o conceito como estratégia de modelos de negócio para disseminação da produção de biogás.
- Avaliar trabalhos realizados, as principais limitações e as oportunidades para ampliar seu uso em modelos de negócio para produção de biogás.

Justificativa

- A transferência de tecnologia e conhecimento, pode ser possível ampliar esse tipo de modelo de negócio, e novas oportunidades para a aplicação de estratégias de modularidade e modularização podem surgir
- Aspectos da Modularização e Modularidade podem resultar em replicabilidade dos modelos de negócios em diferentes contextos.

3. Resultados e Discussão

- Alguns avanços em relação à aplicação das estratégias de modularização e modularidade no setor de biogás foram desenvolvidos na última década. No entanto, das **86 publicações** no campo de pesquisa de modularização e biogás, apenas **13 estudos** foram incluídos neste artigo de revisão.
- A maioria dos periódicos onde os artigos foram publicados da área de energia, como esperado.
- Com base nos países de afiliações de grupos de pesquisa, identificou-se que a maioria dos casos são de trabalhos desenvolvidos em países que possuem amadurecimento em políticas de **incentivos à fonte biogás**.
- De acordo com a amostra escolhida, cinco temas principais da discussão emergiram da análise de conteúdo:
 - O conceito de **Modularização e a ponte com o Economia Circular**;
 - A Abordagem de modularização em consonância com maior **competividade da fonte**;
 - A necessidade de inovações, como forma **otimizar o uso de matéria-prima** (por exemplo a abordagem da simbiose industrial)

4. Conclusões

- Ainda existem **limitações** para o uso da modularização para produção de biogás, por exemplo, **pequenas propriedades distribuídas** que viabilize projetos em diferentes escalas. Muitos projetos ainda estão em fase de experimentação e as estratégias de **modularidade/modularização ainda não são vistas como viabilizadores de projetos**.
- Embora desenvolvida sob um método bem disseminado (RSL), a pesquisa tem limitações intrínsecas quanto ao **viés dos autores**, por exemplo **quanto às escolhas de tópicos sobre a análise de conteúdo** em linha com os interesses e expectativas dos autores para futuras pesquisas no campo.
- Além disso, **futuras áreas de pesquisa** identificadas com este ponto de pesquisa incluirão aspectos de **modelagem**, parâmetros de **sensibilidade econômica**, identificação e **superação de barreiras**.



LEITURA COMPLEMENTAR / REFERÊNCIAS

- HOMRICH, A.S., GALVÃO, G.D., ABADIA, LG, CARVALHO, M.M. The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, v. 175, p. 525-543, 2018.
- GALVÃO, G.D.A., HOMRICH, A.S., GEISSDOERFER, M., EVANS, S., CARVALHO, M.M. Towards a value stream perspective of circular business models. *Resources Conservation and Recycling*, v. 162, p. 105-160, 2020.
- HOMRICH, A.S., ROTONDARO, A., ZANARDI, T., KAETSU P. T., OLIVEIRA, M. As bases para a construção da Economia Circular e Azul para o Brasil. São Paulo: Climate-Smart Institute, 2021.
- GEISSDOERFER, M., MORIOKA, S.N., EVANS, S, CARVALHO, M.M. Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 190, p. 712-721, 2018.
- MUSSE, J.; HOMRICH, A.S., MELO, R.; CARVALHO, M.M. Applying backcasting and system dynamics towards sustainable development: The housing planning case for low-income citizens in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 193, p. 97–114, 2018.
- BOCKEN, N. M. P *et al.* Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, v. 33, n. 5, p. 308–320, 3 jul. 2016.

- WEETMAN, C. A circular economy handbook for business and supply chains: Repair, remake, redesign, rethink. Kogan Page Publishers, 2016.
- MACARTHUR, E. Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2013
- ELKINGTON, J. *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Oxford, UK: Capstone Publishing, 1997
- DALY, H. E. Beyond growth: the economics of sustainable development. Beacon Press, 2014.
- SACKS, S. Sustainability without the I-sense is nonsense: Inner 'technologies' for a viable future and the inner dimension of sustainability. In: Personal Sustainability. Routledge, 2018. p. 171-188.
- Pearce DW, Atkinson G (1993) Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of weak sustainability. *Ecol Econ* 8(2): 103–108



OBRIGADA!