

PANORAMA DAS INOVAÇÕES E ECONOMIA CIRCULAR: Estudo de caso do Nióbio

Carlos C. Peiter – Coord.
Lucia Xavier
Adelson Castro
Efigenia Rossi
Ligia Marecla Alvarado

**Panorama das inovações em
materiais e produtos
envolvendo o Nióbio**

Metodologia da pesquisa

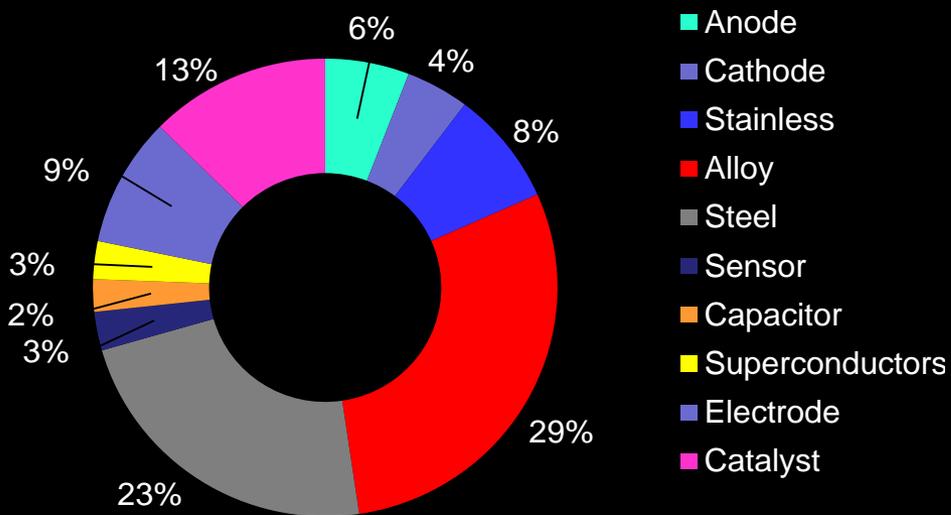
Quadro representativo da metodologia utilizada

Documento	Bases Consulta	Palavras chaves	Período 2013 - 2018	Tipificação	Objetivos Resultados	Classificação
Patente	Espacenet USPTO Total Patent	Niobium	Dinâmica de inovação.	Tipo de material e aplicação	Quantificar por depósito de pedido.	▪ Depósito.
Artigo	Web Of Science, Science Direct	Niobium	Dinâmica de pesquisa	Tipo de material e aplicação	Quantificar por área de aplicação.	▪ Área de aplicação.

www.cetem.gov.br

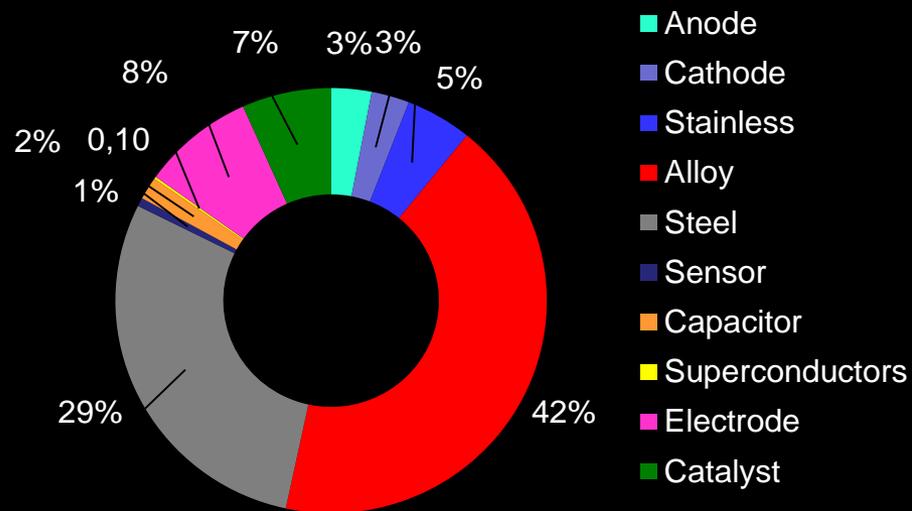
Gráficos representativo do percentual de artigos científicos e de depósitos de pedidos de patente no período de 2013 a 2018.

Percentual de artigos científicos por aplicação no período de 2013 a 2019



Total de artigos: 4.953

Percentual de Patentes por aplicação no período de 2013 a 2018



Total de patentes: 3.092

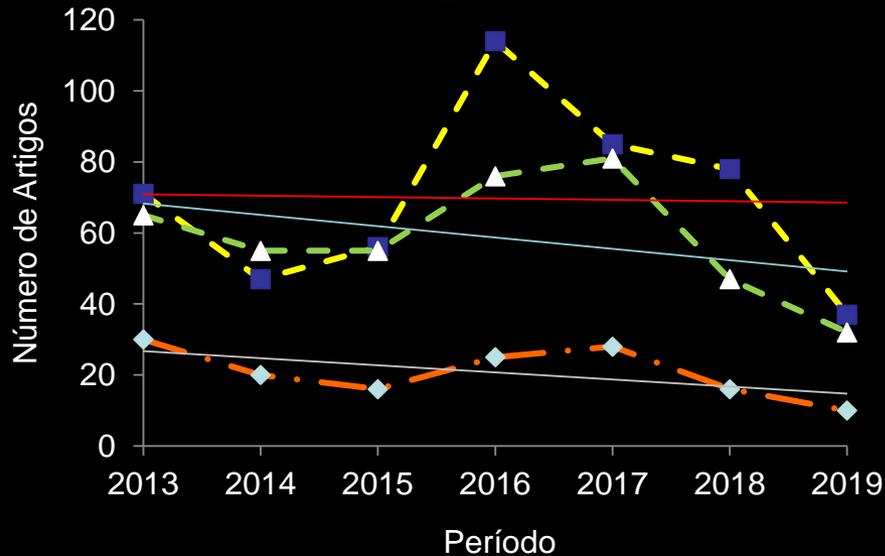
www.cetem.gov.br

Resultado da pesquisa

evolução temporal por aplicações de metalurgia

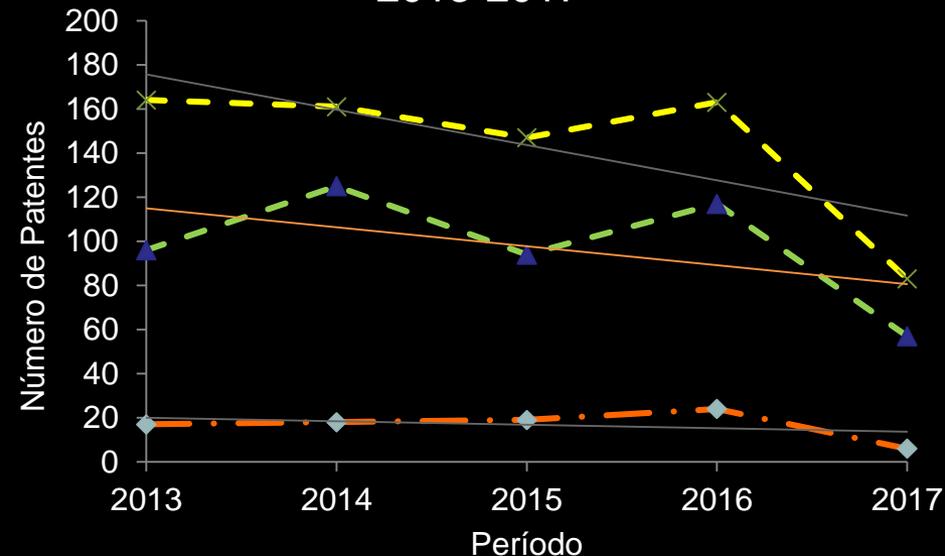
Gráficos representativo da evolução temporal das **áreas de aço inoxidável, ligas e aços** de artigos científicos e de depósitos de pedidos de patente respectivamente.

Artigos científicos no período de 2013-2019



◆ stainless ■ alloy
▲ Steel — Linear (stainless)
— Linear (alloy) — Linear (Steel)

Pedidos de patentes no período de 2013-2017

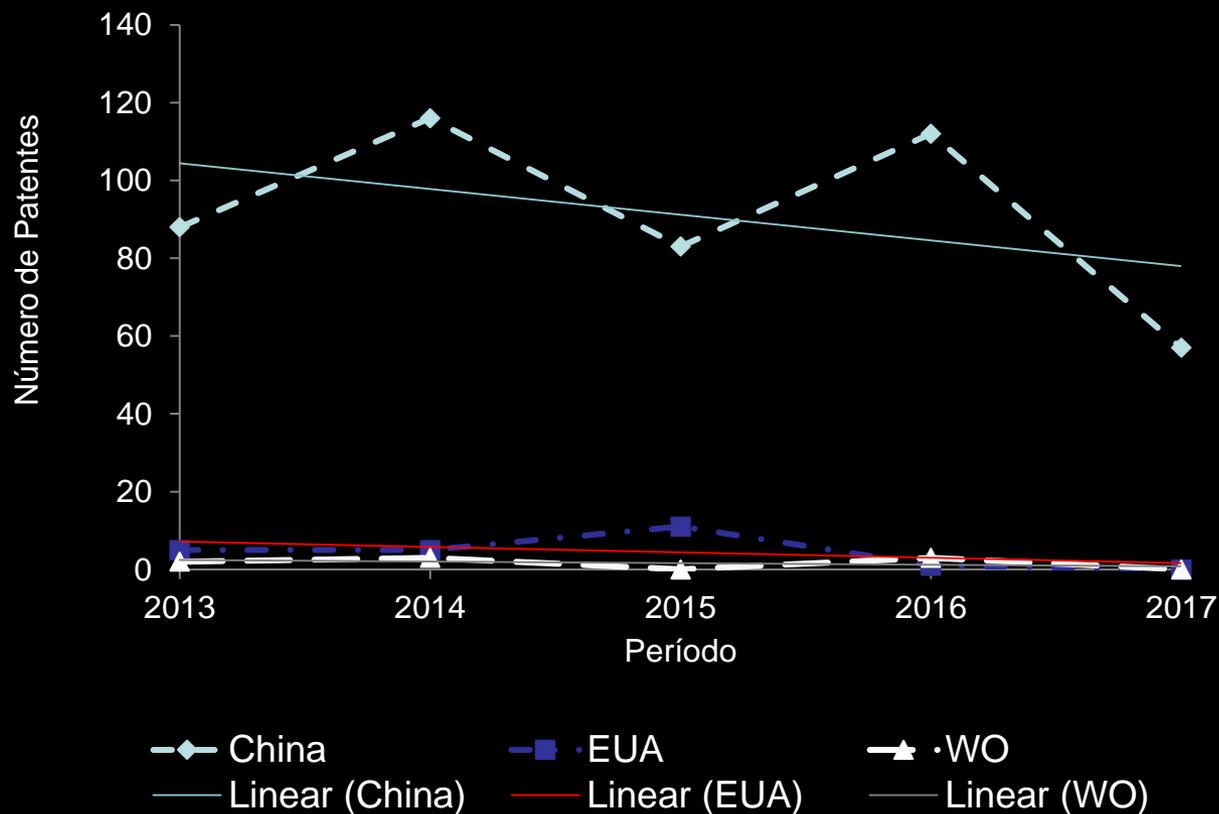


× alloy ▲ Steel
◆ stainless — Linear (alloy)
— Linear (Steel) — Linear (stainless)

Resultado da pesquisa

Gráficos representativo da evolução temporal de depósitos de pedidos de patente da área de aço por países solicitante.

Pedidos de patentes na área de **aços** no período de 2013-2017

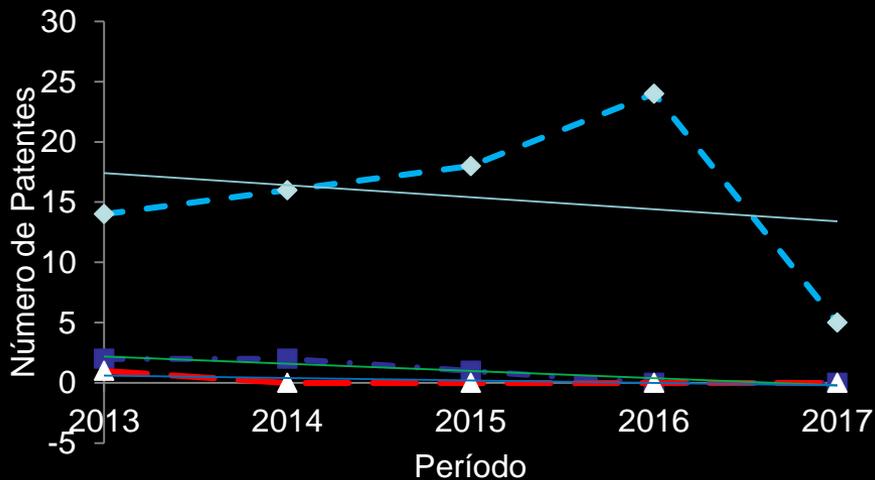


Resultado da pesquisa

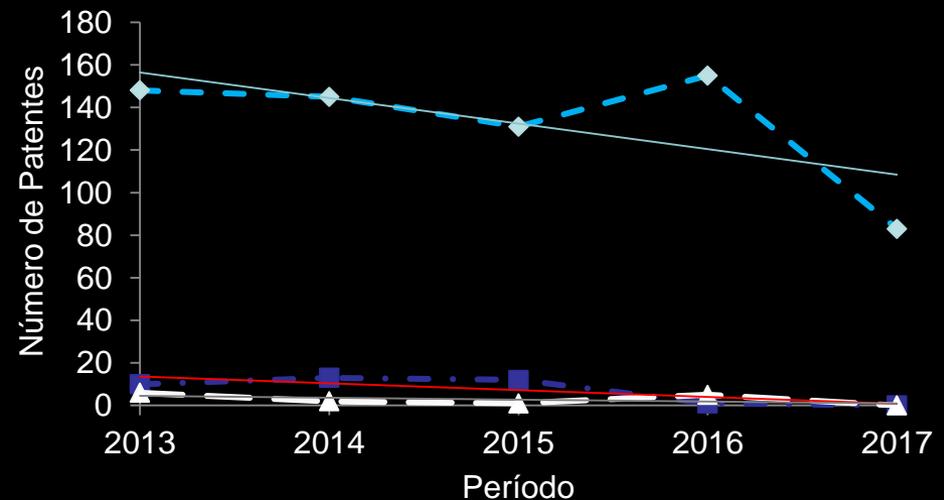
evolução temporal por aplicações de metalurgia

Gráficos representativo da evolução temporal artigos científicos e de depósitos de pedidos de patente das áreas de aço inoxidável e ligas por país solicitante respectivamente.

Pedidos de patentes na área de **aço inoxidável** no período de 2013-2017



Pedidos de patentes na área de **ligas** no período de 2013-2017



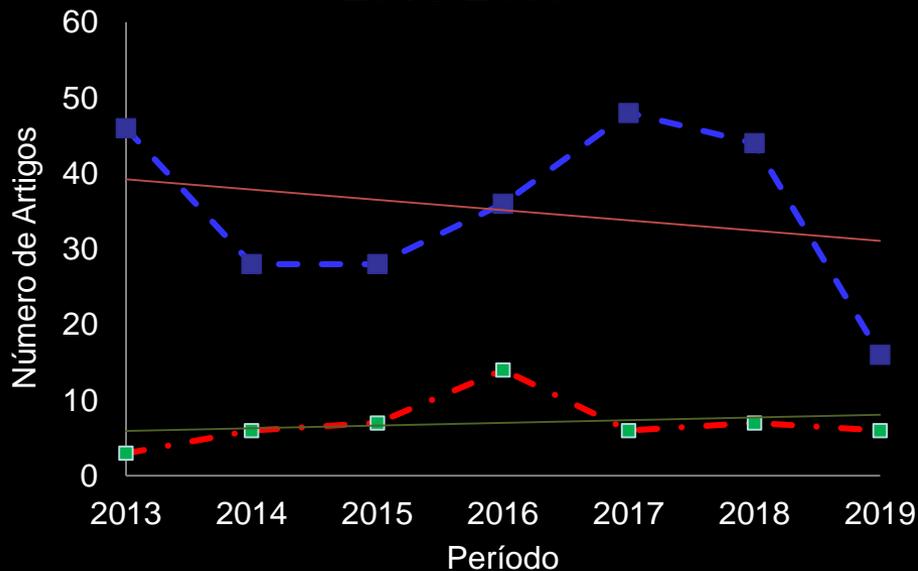
◆ China ■ EUA ▲ WO
 — Linear (China) — Linear (EUA) — Linear (WO)

◆ China ■ EUA ▲ WO
 — Linear (China) — Linear (EUA) — Linear (WO)

Resultado da pesquisa

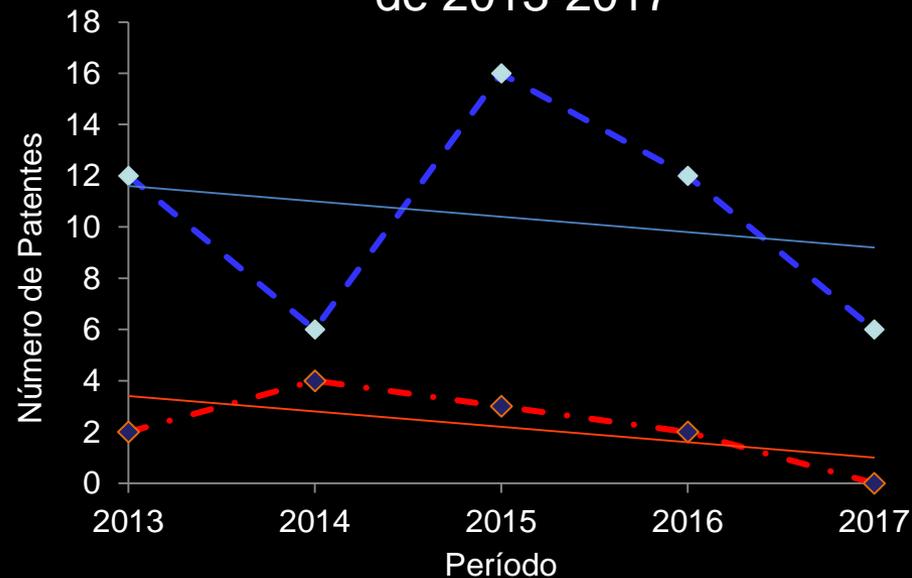
Gráficos representativo da evolução temporal das áreas de sensor e combustível de artigos científicos e de depósitos de pedidos de patente respectivamente.

Artigos científicos no período de 2013-2019



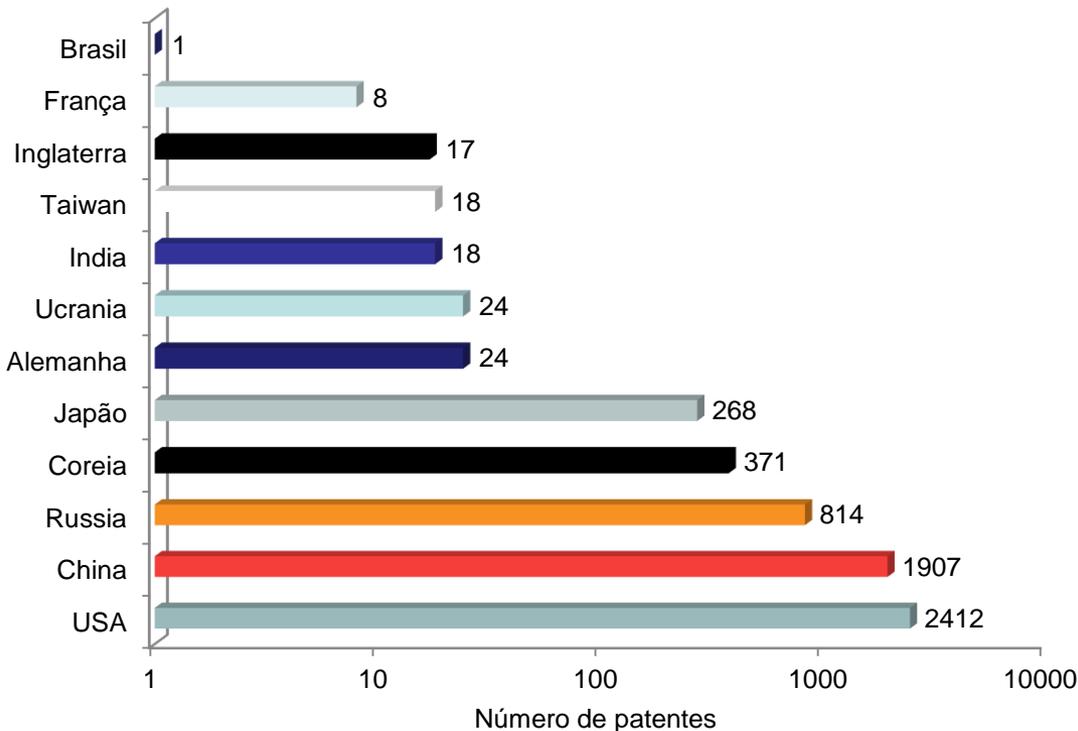
■ Sensor
■ Fuel Hydrogen
— Linear (Sensor)
— Linear (Fuel Hydrogen)

Pedidos de patentes no período de 2013-2017



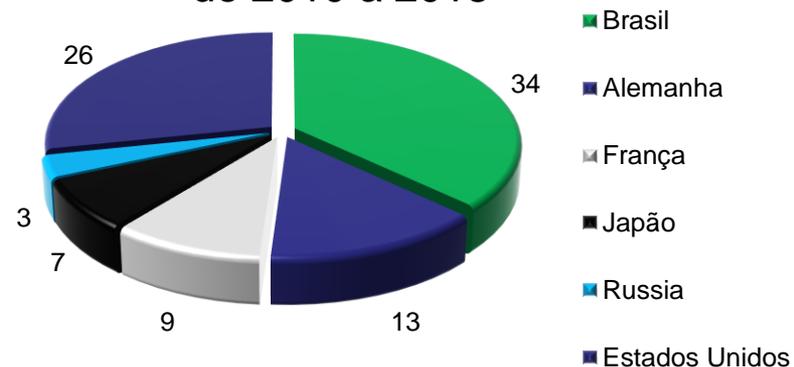
◆ Sensor
◆ Fuel Hydrogen
— Linear (Sensor)
— Linear (Fuel Hydrogen)

Quantitativo de pedidos de patentes com o termo nióbio ou niobium depositados em outros países (2010 a 2018).



Fonte: Espacenet e USPTO

Percentual pedidos de patentes de depositantes estrangeiros com o termo nióbio ou niobium depositados no INPI no período de 2010 a 2018



Fonte: Instituto Nacional de Propriedade industrial - INPI

OBS: Esse pedido brasileiro nos demais países foi realizado no ano de 2011 pelo Instituto militar de Engenharia – IME

www.cetem.gov.br

Economia Circular

Avaliação do
comportamento atual do
Nióbio e de alguns
produtos finais

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Lucia Xavier
Ligia M; Alavarado
Efigenia Rossi

ECONOMIA CIRCULAR : CICLO BIOLÓGICO E CICLO TÉCNICO

Fonte: Fundação Ellen MacArthur

1

Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis



Regenerar Substituir materiais Virtualizar Restaurar

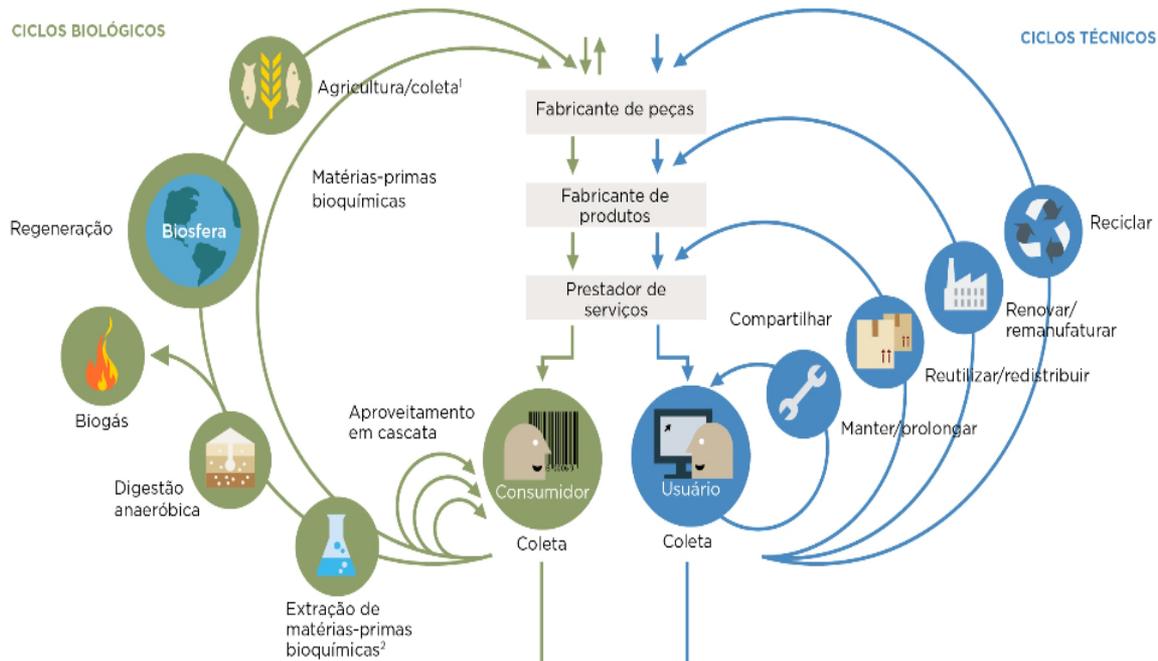
Gestão do fluxo de renováveis

Gestão de estoques

PRINCÍPIO 2

2

Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.



PRINCÍPIO 3

3

Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o

Minimizar perdas sistêmicas e externalidades negativas

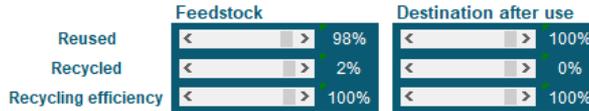
1. Caça e pesca
2. Pode aproveitar tanto resíduos pós-colheita como pós-consumo insueto

Indicadores de circularidade: muitas propostas



Material Circularity Indicator Dynamic Modelling Tool

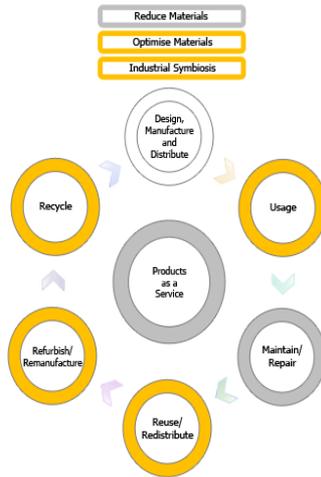
Drag the sliders to change input values and see how the MCI changes!



MCI = 001



Computation of the MCI:



Literature review

Answer the questions below to find potential improvements in your organisation:

Remanufacturing/ Refurbishment of product or part

Expensive refurbishment/ remanufacturing costs Cheap refurbishment/ remanufacturing costs

Expensive collection costs to Cheap collection costs to

CIRCULARITY TEST - CEIP SCORE

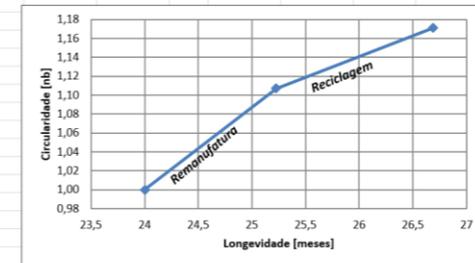
Instructions | Complete the General Information section (1), then answer the questions in the Circularity Test (2) and finally, view the results (3). Answer on the yellow boxes and navigate with the yellow arrows.

1 GENERAL INFORMATION		3 RESULTS	
Product Name	Catalytic Converter	Product Rating	0%
SKU Code	-	Product Ranking	Poor
Manufacturer Code	-	Points	Scored 0
Assessment date	May 2017		
Assessed by	Group Number		

Lifecycle	# Questions	Scored	Available	Rating
Design/Redesign	3	0	27	0%
Manufacturing	2	0	25	0%
Commercialisation	3	0	30	0%
In Use	4	0	35	0%
End of Use	3	0	35	0%
TOTAL	15	0	152	0%

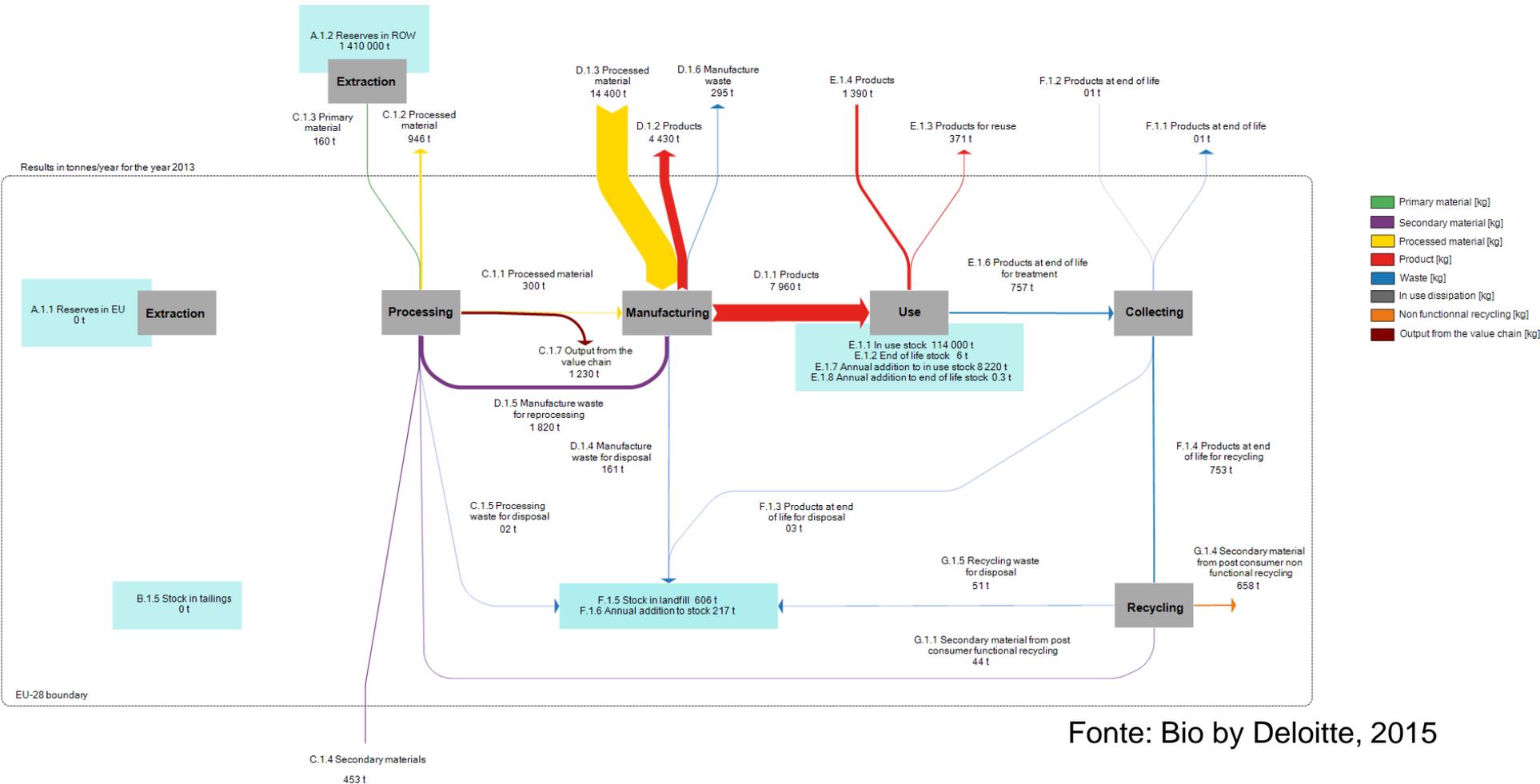
Dados		Circularidade		Longevidade	
a	15,0%	Na	1,00	La	24
b	65,0%	a*b	9,75%	a*b*alfa	4,9%
c	35,0%	Ne	0,11	Lb	1,23
d	95,0%	a*c*d	4,99%	Lc	1,46
n	2	p	5,47%		
La	24	Nc	0,06		
alfa	50,0%				

Gráfico	
L	N
24	1,00
25,23	1,11
26,69	1,17



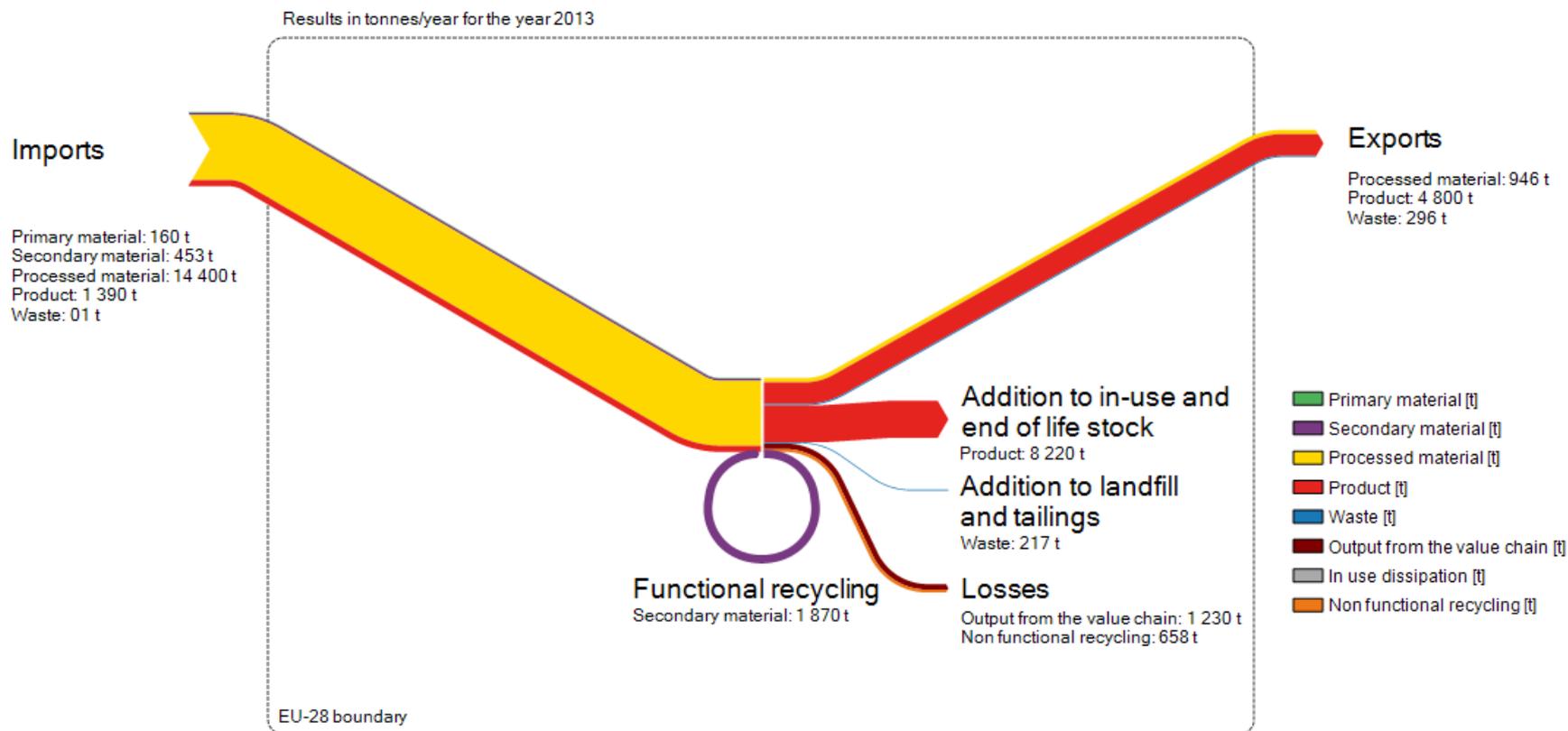
- Ellen MacArthur Foundation and Granta (2015)
- Evans and Bocken (2013)
- Griffiths and Cayzer (2016)
- Figge et al. (2018)

Diagrama Sankey complexo para o fluxo de nióbio na União Europeia (2013)



Fonte: Bio by Deloitte, 2015

Diagrama Sankey simplificado para o fluxo de nióbio na União Europeia (2013)



Fonte: Bio by Deloitte, 2015 www.cetem.gov.br

Niobium generic



AN APPROACH TO MEASURING CIRCULARITY



MCI = 000

Material Circularity Indicator Dynamic Modelling Tool

Drag the sliders to change input values and see how the MCI changes!

	Feedstock	Destination after use
Reused	< [0%] >	< [5%] >
Recycled	< [3%] >	< [0%] >
Recycling efficiency	< [50%] >	< [50%] >
Lifespan	< [1,0 x industry average] >	
Functional units	< [1,0 x industry average] >	



Computation of the MCI:

V	0,97
W_0	0,95
W_F	0,03
W_C	0,00
W	0,97
X	1,00
$f(X)$	0,90
LFI	0,96
MCI	0,14

Inputs: Bio by Deloitte (2015)

www.cetem.gov.br

HSLA vehicles



AN APPROACH TO MEASURING CIRCULARITY



MCI = 000



Material Circularity Indicator Dynamic Modelling Tool

Drag the sliders to change input values and see how the MCI changes!

	Feedstock	Destination after use
Reused	< [0%] >	< [0%] >
Recycled	< [0%] >	< [33%] >
Recycling efficiency	< [6%] >	< [6%] >
Lifespan	< [1,0 x industry average] >	
Functional units	< [1,0 x industry average] >	



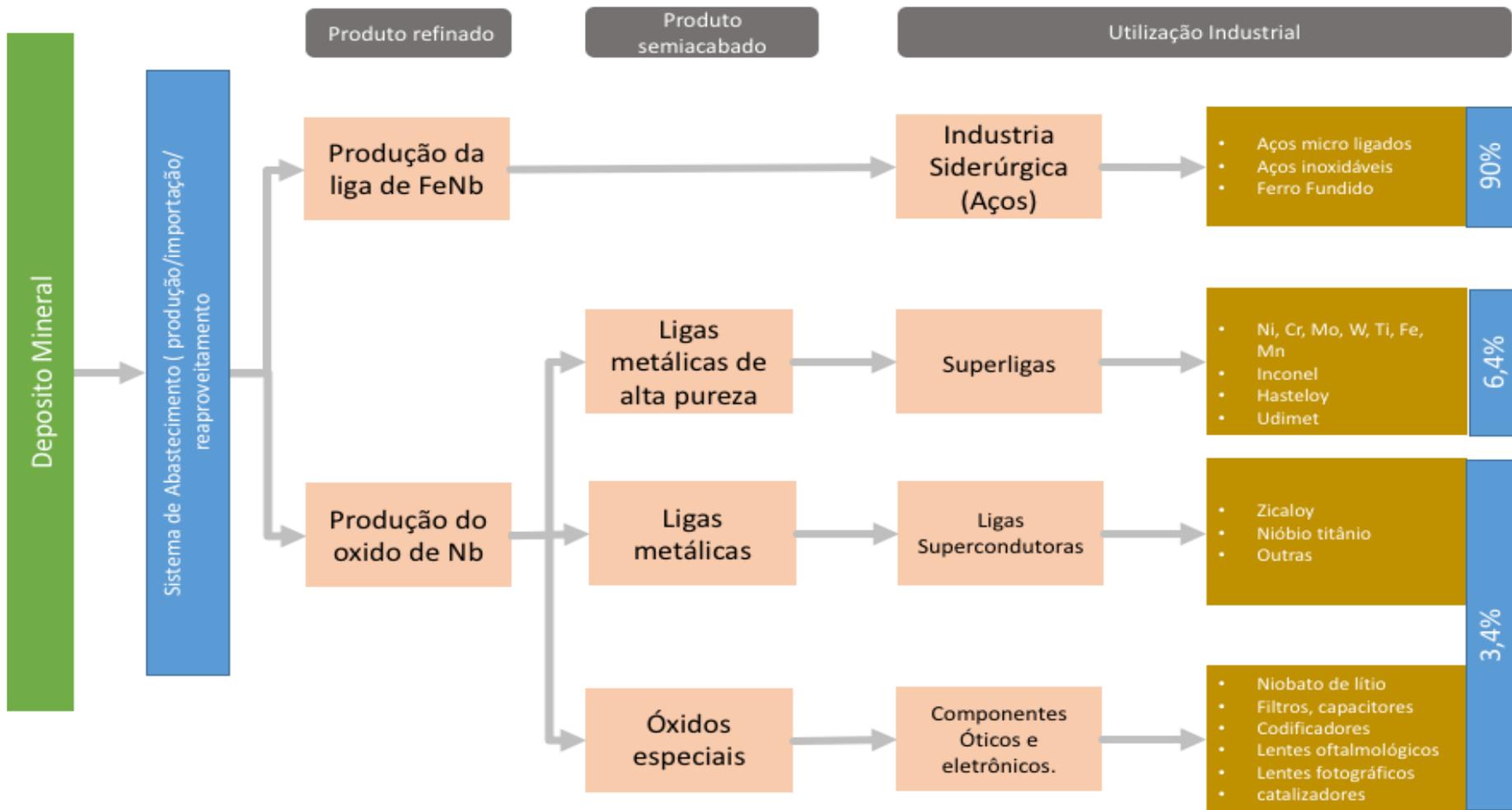
Computation of the MCI:

V	1,00
W_0	0,67
W_F	0,00
W_C	0,31
W	0,83
X	1,00
f(X)	0,90
LEI	0,99
MCI	0,11

Inputs: Bio by Deloitte (2015)

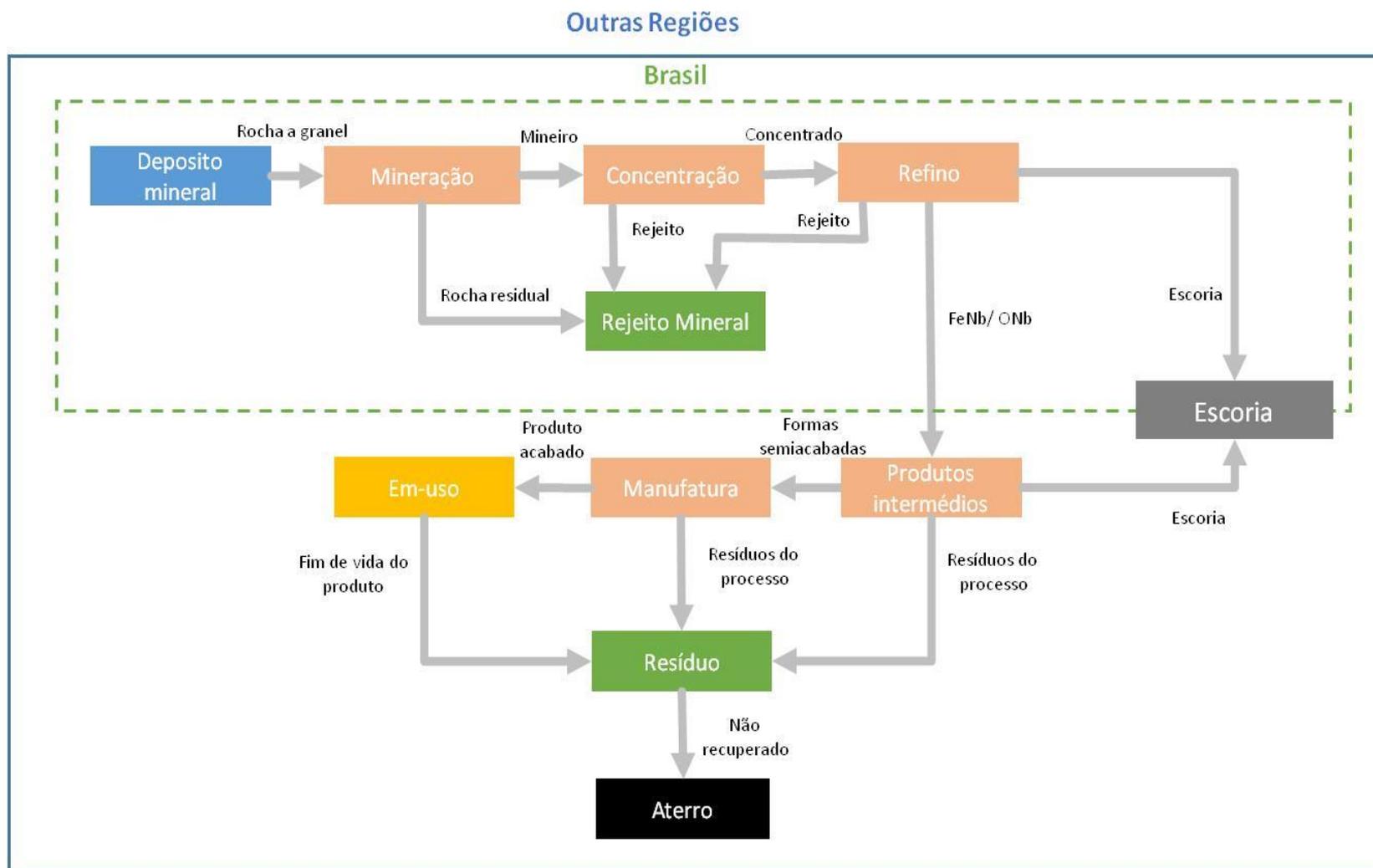
www.cetem.gov.br

Processing of FeNb e Nb₂O₅ and respective outputs

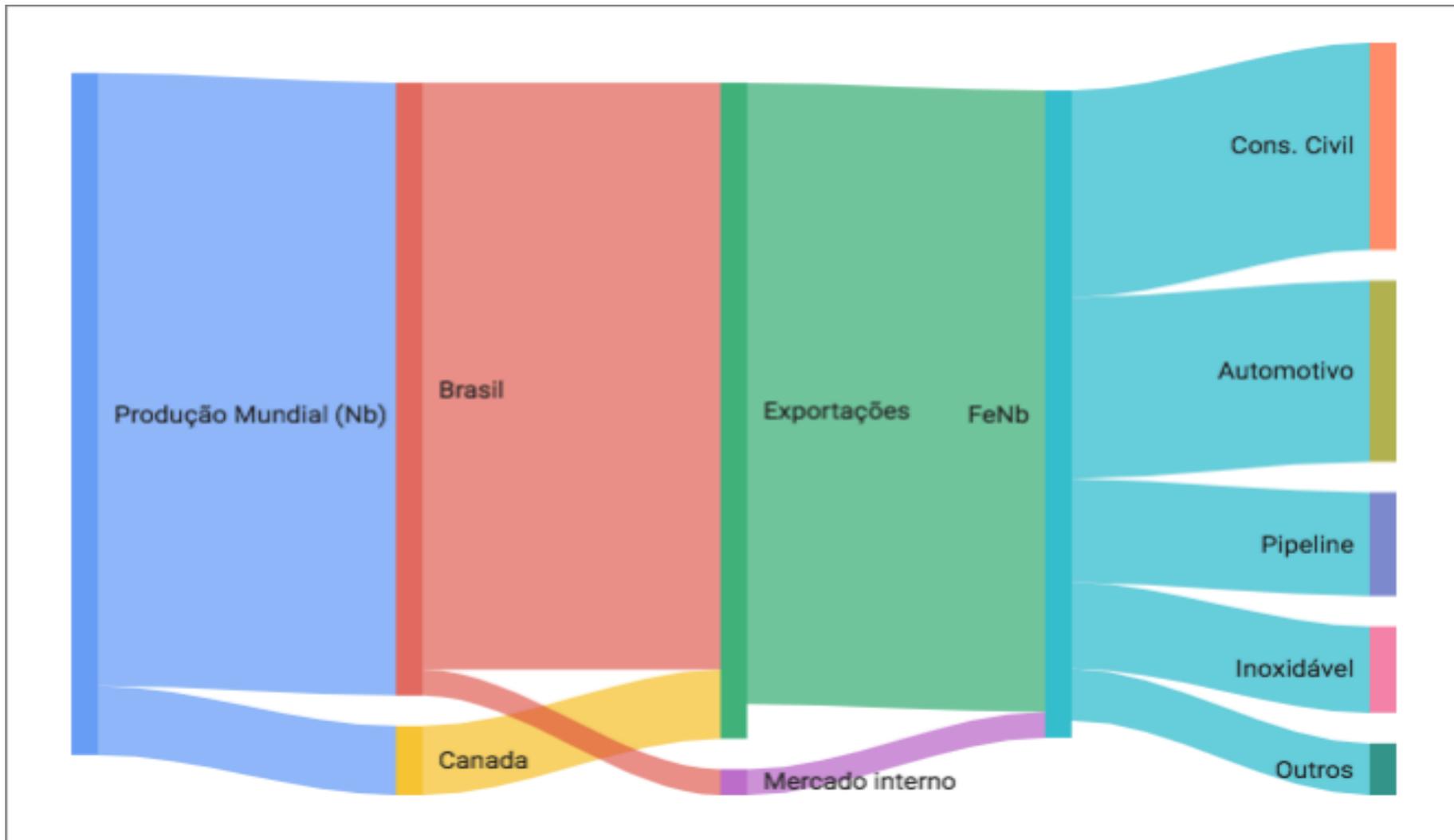


www.cetem.gov.br

Modeling the system in niobium industry



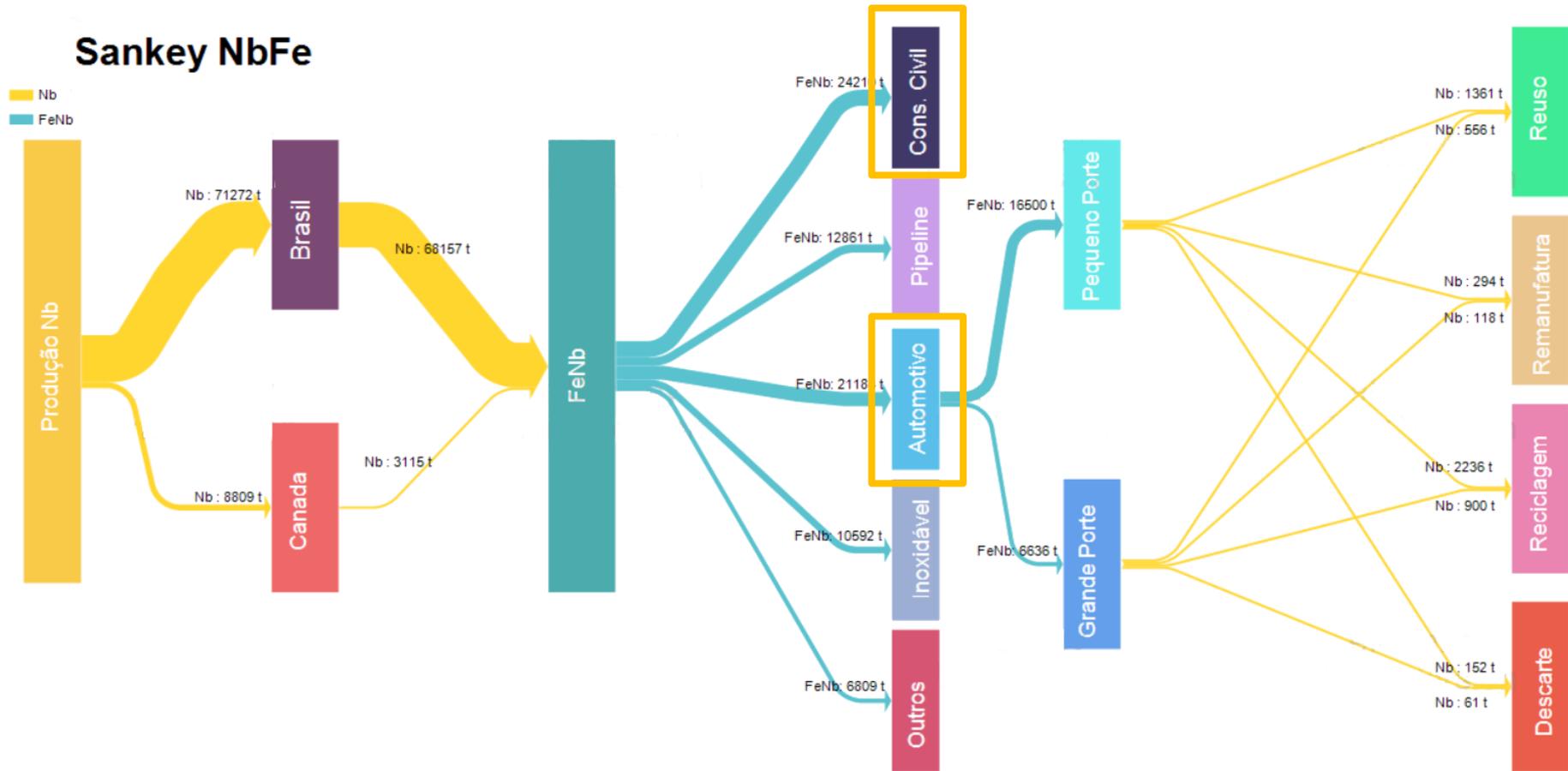
Niobium MFA



*USGS,2018; DNPM, 2017, Relatório de sustentabilidade CBMM, 2019

www.cetem.gov.br

SANKEY – MATERIAL FLUX ANALYSIS



ALGUMAS CONCLUSÕES

- O panorama de inovações tem se mostrado dinâmico e promissor, tanto nas aplicações tradicionais (metalurgia), como em setores em franco crescimento, p.ex., nas aplicações de energia
- Há portanto expectativas positivas de ampliação dos mercados atuais e surgimento de novas em aplicações inovadoras para o Nióbio

ALGUMAS CONCLUSÕES

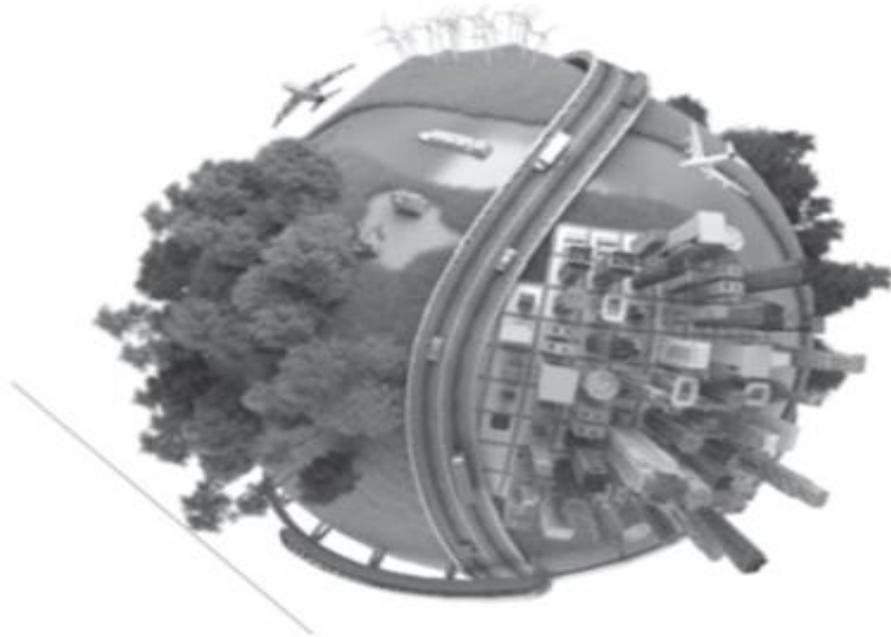
- Por questões geopolíticas e econômicas o Nióbio é um dos materiais que está classificado como **Matéria Prima Crítica** ou como **Mineral Crítico** por políticas governamentais de alguns países grandes consumidores, em especial a UE e os EUA.
- Os fatores que pesam são o **risco de suprimento** (concentração da produção em poucos fornecedores) **associado a importância econômica** já adquirida

ALGUMAS CONCLUSÕES

- A redução do risco de suprimento nesses mercados vem sendo estruturada através de várias iniciativas, dentre outras :
 - **apoio a P&D** para substituição e processos de recuperação a partir de resíduos
 - busca de **novos depósitos** em território doméstico via facilitação da pesquisa geológica e de novos projetos de mineração **em áreas antes proibidas** (p.ex, parques nacionais ou reservas ambientais nos EUA)

ALGUMAS CONCLUSÕES

- As práticas da Economia Circular irão alterar os perfis de consumo de materiais e certamente deverão receber atenção ainda maior dos governos quando se propuser **a reduzir a dependência por matérias primas/minerais críticos**
- Portanto, ainda que não estejam sendo sentidas suas influencias, está sendo conformada mudança comportamental com relação à produção, ao uso e consumo de bens que deve alertar desde já os Países fornecedores de matérias primas



Economia Circular

OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA
A INDÚSTRIA BRASILEIRA

Alguns segmentos da sociedade brasileira já tem procurado melhor compreensão sobre a Economia Circular e suas repercussões, oportunidades e desafios que podem surgir

MUITO OBRIGADO

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E COMUNICAÇÃO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

cpeiter@cetem.gov.br

FIGURA 3 – DIAGRAMA DOS FLUXOS DE MATERIAIS NA ECONOMIA CIRCULAR

FUNDAMENTOS DE UMA ECONOMIA CIRCULAR

PRINCÍPIO

1

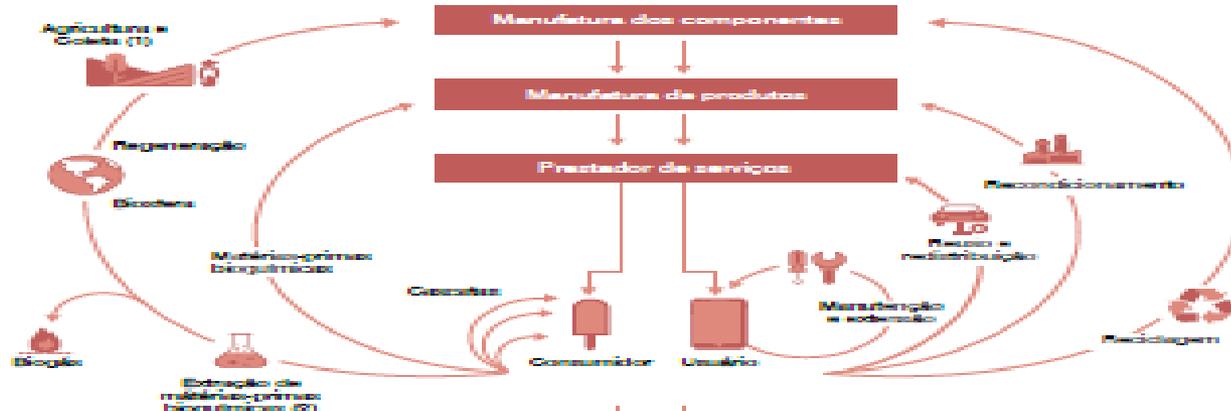
Preservar e aumentar o capital natural controlando a utilização de recursos finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis. Princípios ReSOLVE+: regenerar, virtualizar, permitir.



PRINCÍPIO

2

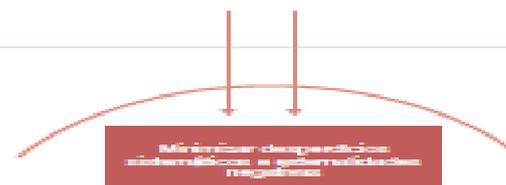
Otimizar o rendimento dos recursos naturais promovendo a circulação de produtos, componentes e materiais sempre em seu nível máximo de utilidade em seus ciclos técnicos e biológicos. Princípios ReSOLVE+: regenerar, compartilhar, otimizar e retornar.



PRINCÍPIO

3

Melhorar a eficiência do sistema através da identificação e entendimento das externalidades negativas. Aplicação de todos os princípios ReSOLVE+.



(1) Ovelha e patata.

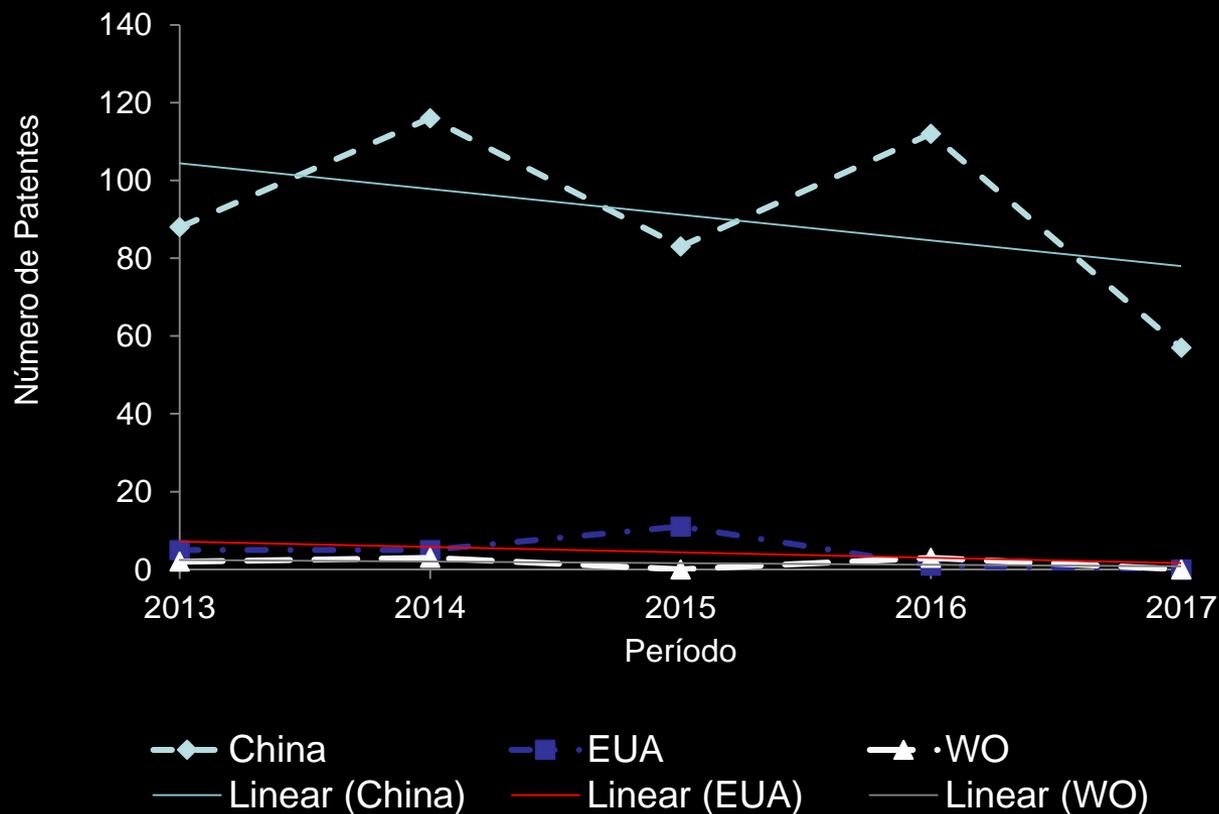
(2) Podem ser realizadas antes da colheita e depois do consumo.

Fonte: Adaptado de Ellen MacArthur Foundation (2013).

Resultado da pesquisa

Gráficos representativo da evolução temporal de depósitos de pedidos de patente da área de aço por países solicitante.

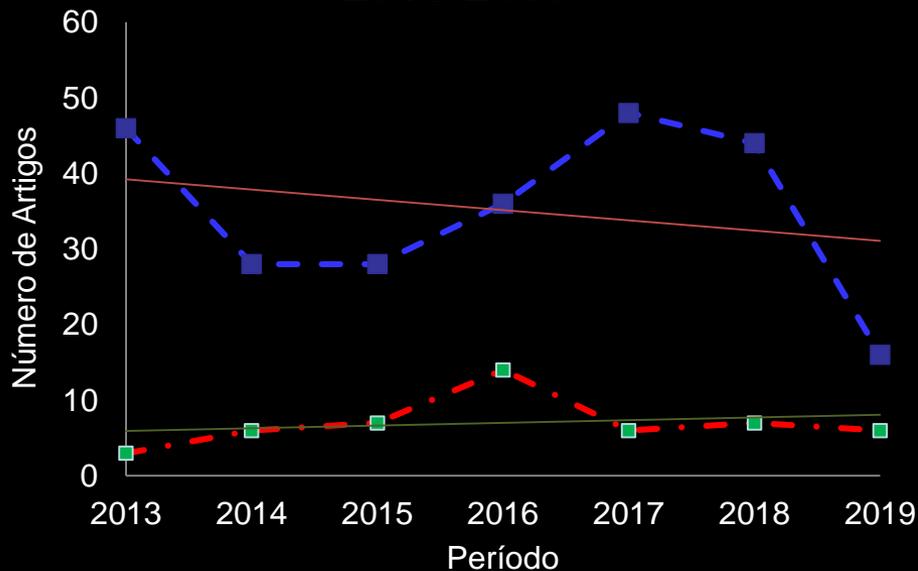
Pedidos de patentes na área de **aços** no período de 2013-2017



Resultado da pesquisa

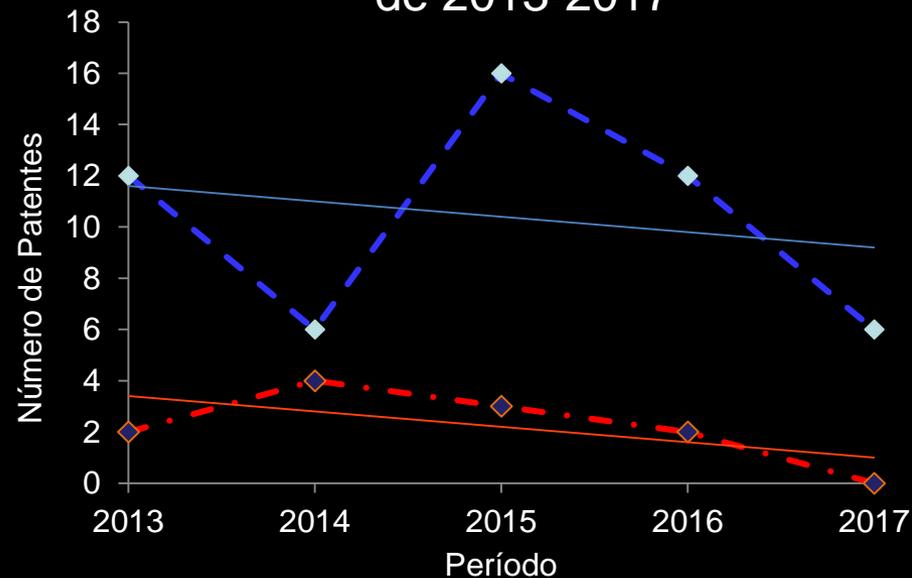
Gráficos representativo da evolução temporal das áreas de sensor e combustível de artigos científicos e de depósitos de pedidos de patente respectivamente.

Artigos científicos no período de 2013-2019



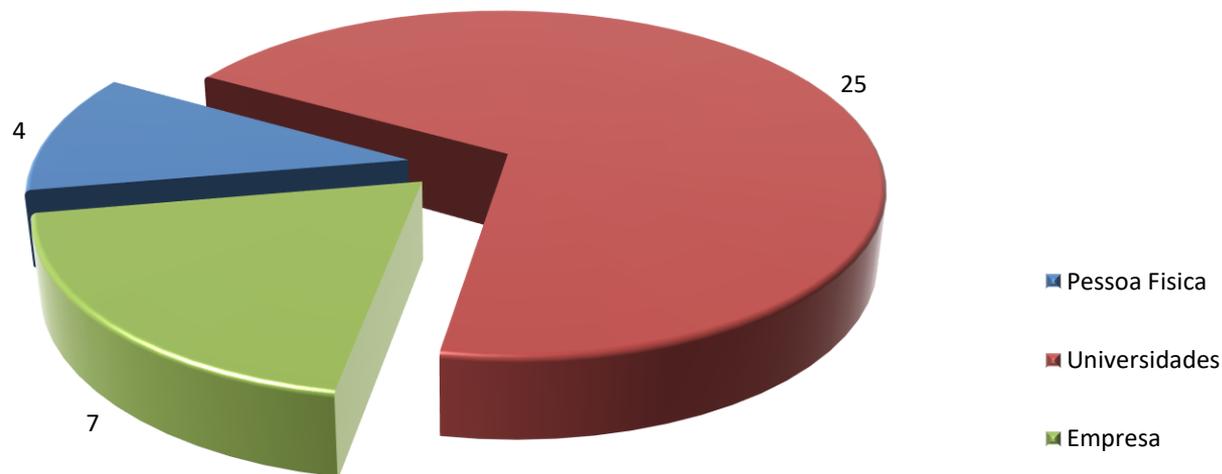
■ Sensor
■ Fuel Hydrogen
— Linear (Sensor)
— Linear (Fuel Hydrogen)

Pedidos de patentes no período de 2013-2017



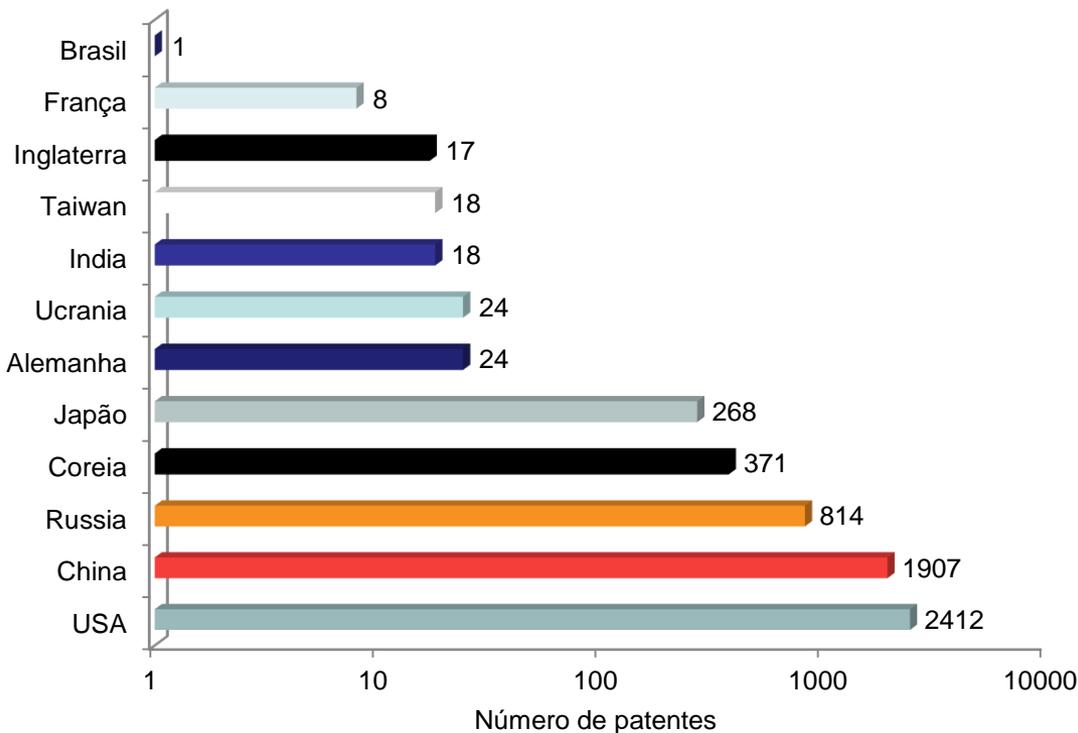
◆ Sensor
◆ Fuel Hydrogen
— Linear (Sensor)
— Linear (Fuel Hydrogen)

Pedidos de patente com o termo nióbio ou niobium depositados por residents no Brasil no INPI (103 solicitações – 2013 a 2018).



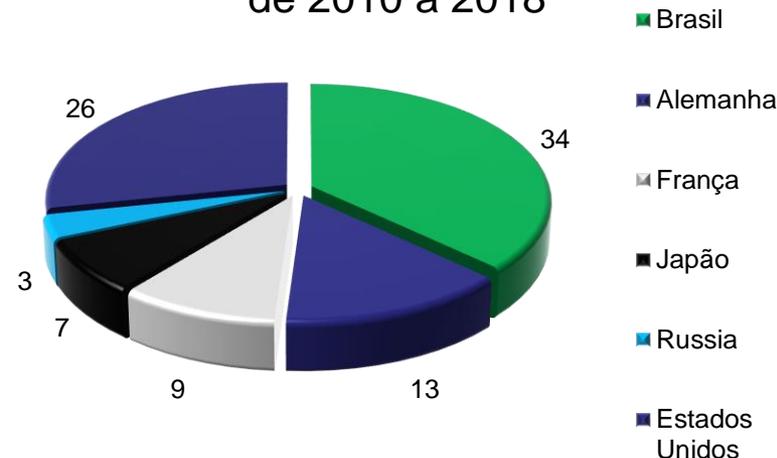
EXPLICAR MELHOR PQE SÃO 103 SOLICITAÇÕES MAS SO TEM 36 NA PIZZA ?!

Quantitativo de pedidos de patentes com o termo nióbio ou niobium depositados **em outros países** (2010 a 2018).



Fonte: Sitio Espacenet e USPTO

Distribuição **percentual** de pedidos de patentes de depositantes por nacionalidade com o termo nióbio ou niobium depositados no INPI no período de 2010 a 2018

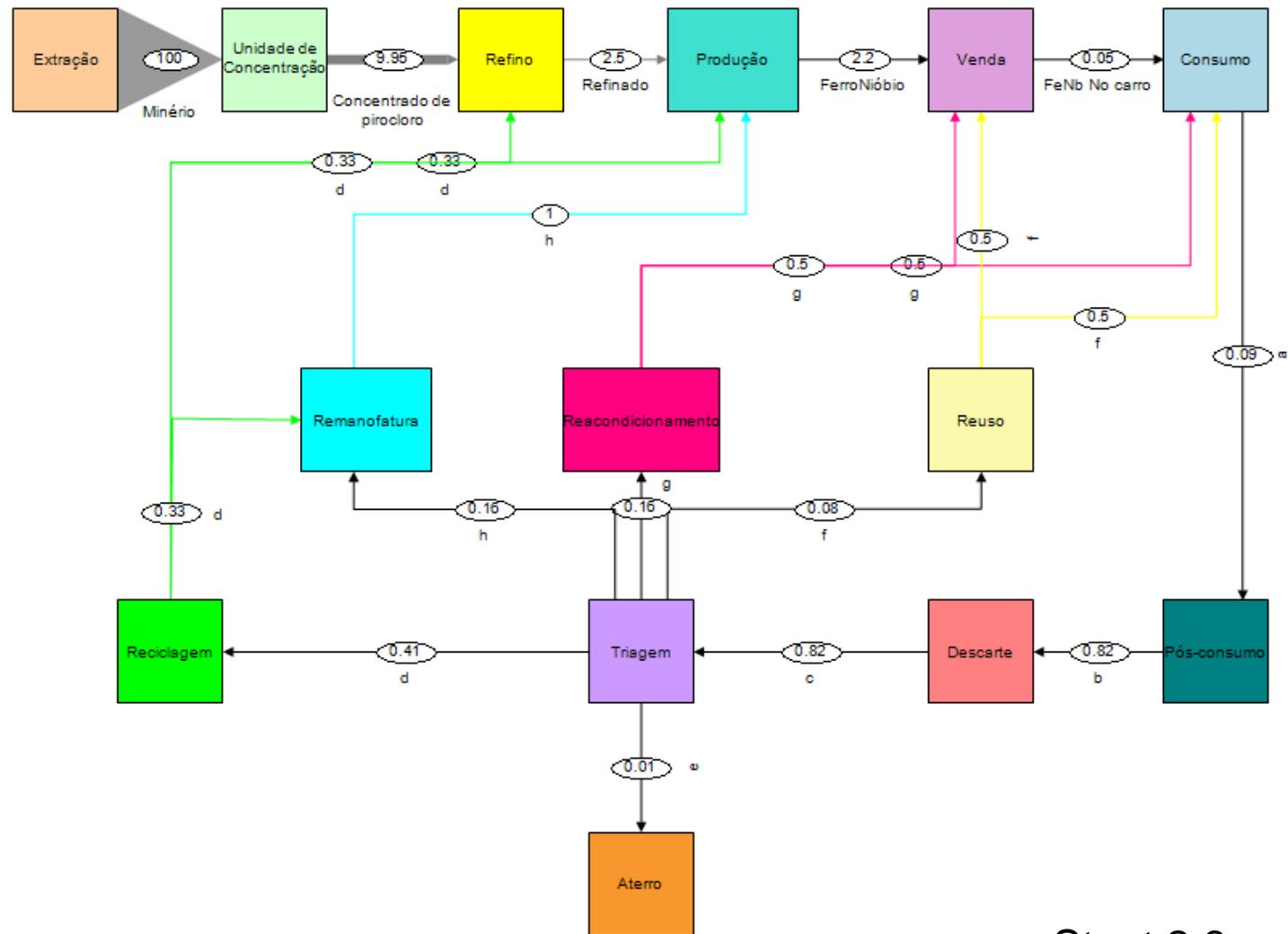


Fonte: Sitio Instituto Nacional de Propriedade industrial - INPI

OBS: Esse pedido brasileiro nos demais países foi realizado no ano de 2011 pelo Instituto Militar de Engenharia – IME

www.cetem.gov.br

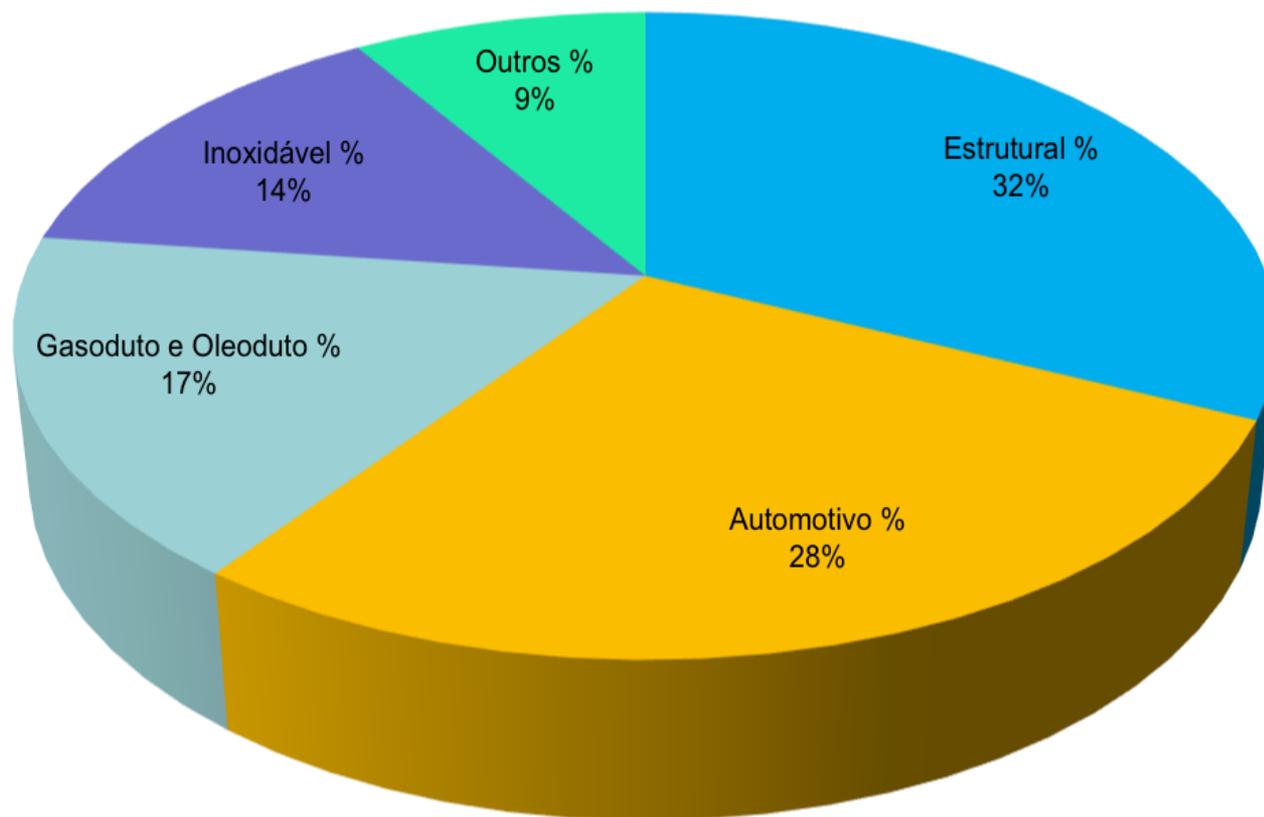
Material flux from direct and reverse logistics from Nb to automotive steel



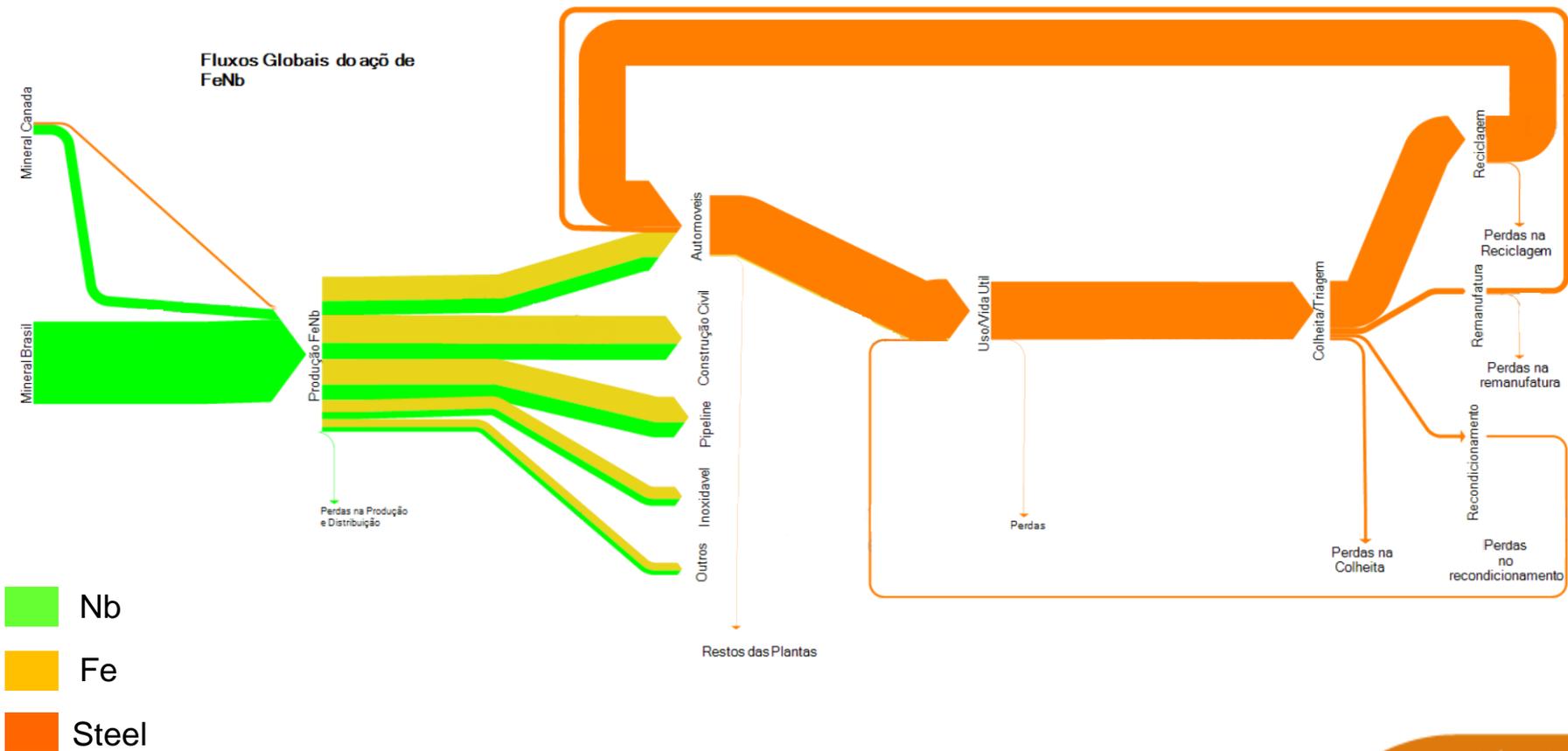
Stant 2.6

www.cetem.gov.br

Industry market-share for FeNb consumers in Brazil (2017)



SANKEY – AUTOMOTIVE STEEL – CIRCULARITY PROPOSAL



Centro de Tecnologia Mineral

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E COMUNICAÇÃO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL