

Inteligência Artificial aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

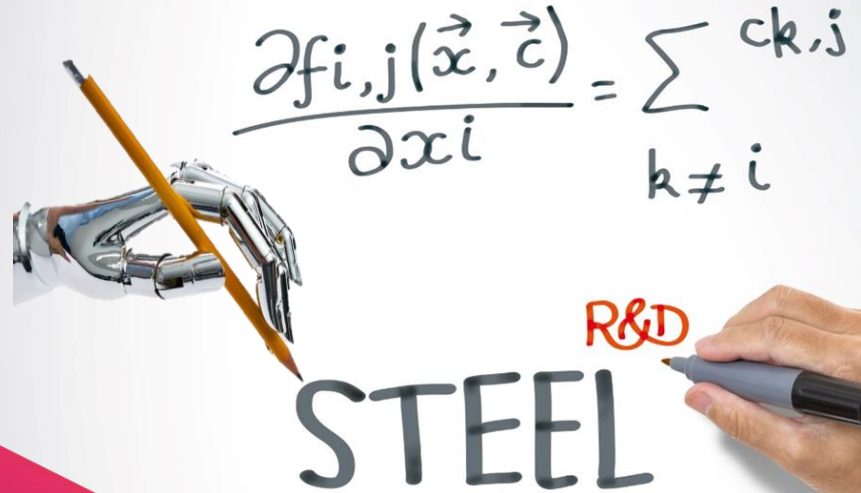


Global Research and Development
September 2024

Mesa Redonda



59°
Laminação,
Conformação
e Produtos



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°

Laminação,
Conformação
e Produtos



Jetson Lemos Ferreira



Pesquisador do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Global - Experiência em processos de conformação de aços, atuando junto a clientes do Setor Automotivo em desenvolvimentos de componentes estampados (painéis externos e internos) e na performance em uso de veículos (*crash tests*, resistências à fadiga e à indentação).



Professor: Graduação (Processos de Conformação Mecânica, Processos de Fabricação I, Processos de Fabricação II, Processos de Fabricação III); Pós-graduação (Siderurgia, Gestão de Projetos)



Formação: Engenheiro Metalúrgico formado pela Universidade Federal Fluminense em 2003, com Mestrado (2005) e Doutorado (2019) pela mesma instituição nas áreas de Metalurgia Física e Comportamento Mecânico, respectivamente.

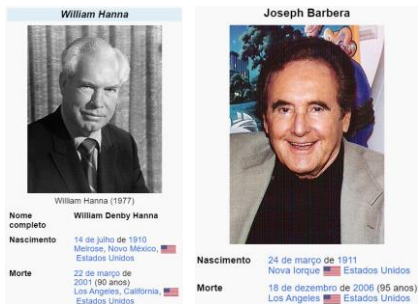


Especialização: MBA em Gestão de Projetos (2011);
MBA em Big Data e Business Analytics (2024).

Inteligência Artificial (IA) aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°

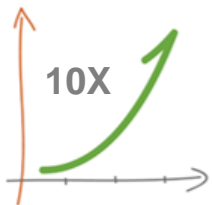
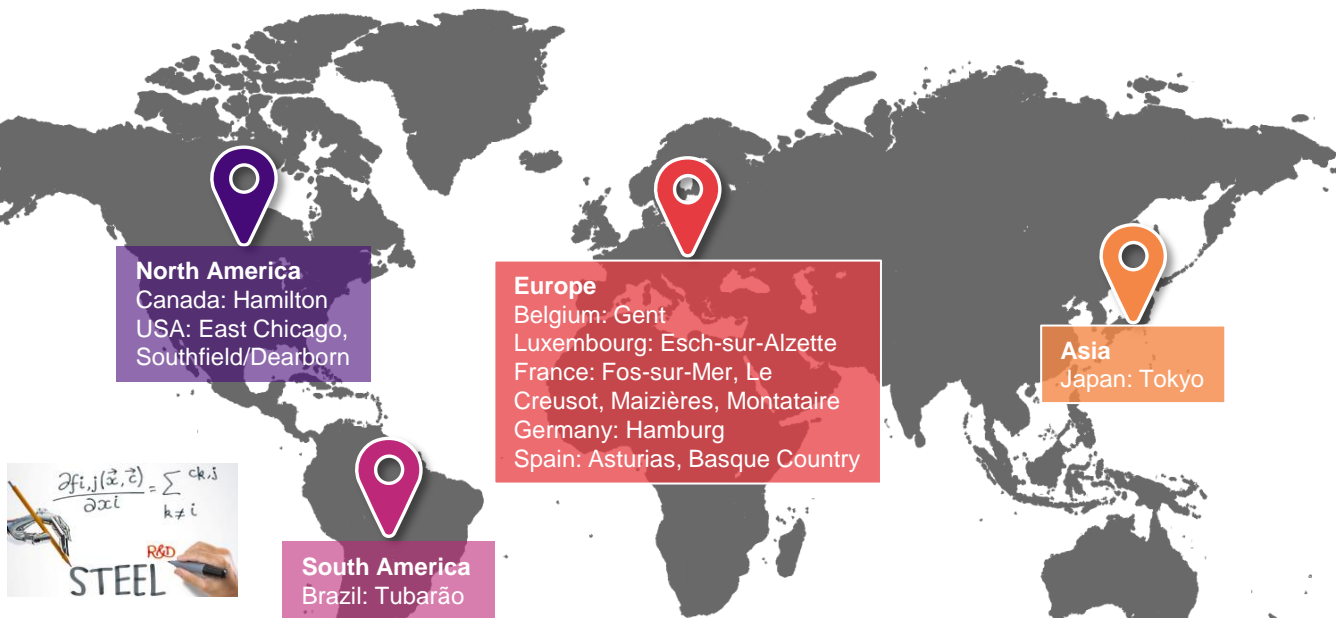
Laminação,
Conformação
e Produtos



- **Robo-Sempai (Rosie):** O robô doméstico da família Jetson, conhecido como "Rosie", é um exemplo clássico de IA na forma de um assistente robótico. Ela **realiza tarefas domésticas**, cuida da casa e **interage com os membros da família de forma amigável e inteligente**.
- **Assistentes Pessoais:** Os Jetsons utilizam vários dispositivos que se assemelham a assistentes pessoais avançados. Por exemplo, o **"videofone"** e outros gadgets mostram uma integração tecnológica que, na época, parecia futurista, mas que hoje pode ser visto como um precursor dos **assistentes virtuais modernos**.
- **Carros Voadores:** Embora não sejam IA em si, os carros voadores dos Jetsons são um exemplo de como a tecnologia futurista é imaginada como sendo muito avançada, muitas vezes com sistemas de **navegação autônoma implícitos**.
- **Tecnologia de Comunicação e Entretenimento:** A série também mostra uma série de gadgets e tecnologias que têm um aspecto inteligente, como **televisores que oferecem programação interativa e outras formas de comunicação avançada**.
- **Automação e Robótica:** A série frequentemente apresenta um mundo onde muitas tarefas e funções são automatizadas, o que implica a presença de **sistemas inteligentes que controlam e gerenciam essas tarefas**.

Centro de Pesquisa Global da ArcelorMittal

59°
Laminação,
Conformação
e Produtos



14 Locais geográficos, incluindo:

- ✓ Centros de Pesquisas
- ✓ Unidades de Pesquisa e Desenvolvimento
- ✓ Centros de Implementação de Processos e Produtos

4 Main Portfolios

Mining



Process



Products



Digital



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°

Laminação,
Conformação
e Produtos

IA – Inteligência Artificial

Visão Técnica

- O que é a Inteligência Artificial?
- Timeline da IA
- Panorama da IA
- AI Simbólica x Sub Simbólica
- AI orientada por dados
- Tipos de Algoritmos



Oportunidades na IA

- O Futuro chegou com a IA
- Estatística computacional
- Engenharia de Prompt
- Otimização de tempo
- Redução de emprego ou de trabalho
- Exteligência x Inteligência
- Dilema acadêmico



Estudos de caso

- Laminação a quente
- Laminação a frio
- Desenvolvimento de Produtos
- Engenharia de Aplicação



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°

Laminação,
Conformação
e Produtos

IA – Inteligência Artificial

Visão Técnica

- O que é a Inteligência Artificial?
- Timeline da IA
- Panorama da IA
- AI Simbólica x Sub Simbólica
- AI orientada por dados
- Tipos de Algoritmos



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação



Visão Técnica

O que é a Inteligência Artificial?

A **Inteligência Artificial (IA)** é um ramo da ciência da computação que se concentra na criação de sistemas e **algoritmos capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana**. Isso inclui a capacidade de raciocínio, aprendizado, percepção, compreensão de linguagem natural e tomada de decisões.

Formas de classificação da Inteligência Artificial

Tipos de Inteligência

Estreita (ANI) – Projetada para realizar atividades específicas (dados, chatbots, sistemas de recomendação).

Geral (AGI) – Capacidade de entender, aprender e aplicar conhecimentos de forma semelhante a um humano.

Super IA (ASI) – Superior ao cérebro humano.

Abordagem Técnica

Aprendizado de Máquina: Algoritmos que permitem que os sistemas aprendam a partir de dados.

Redes Neurais: Estruturas que imitam o funcionamento do cérebro humano.

Processamento de Linguagem Natural (NLP): interações entre computadores e humanos.

Aplicação

IA em Saúde: Diagnóstico, análise de imagens médicas, e desenvolvimento de remédios.

IA em Finanças: Análise de risco de crédito, trading automatizado e detecção de fraudes.

IA na Engenharia: gerando materiais, equipamentos mais produtivos e com maior vida útil.

Nível de Autonomia

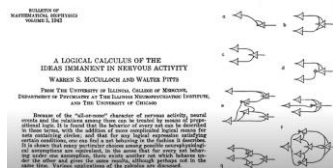
Sistemas Autônomos: Capazes de operar sem intervenção humana, como drones e robôs.

Sistemas Assistivos: Ajudam os humanos em tarefas, mas requerem supervisão, como assistentes de voz.

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°
Laminação,
Conformação
e Produtos

Marcos relevantes da Inteligência Artificial



1943 Estrutura de raciocínio artificiais em forma de modelo matemático que imitam nosso sistema nervoso - Redes neurais

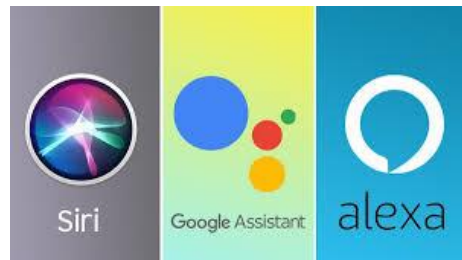


1956 Conferência de Dartmouth - Esse encontro reuniu Nathaniel Rochester da IBM, o Shannon, o Marvin, John McCarthy e muito mais gente. Herbert Simon - Processamento complexo de informação

Inverno da IA
Uma década de poucas novidades, cortes nos investimentos e baixa atenção ao setor.



1970-1980



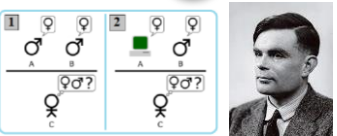
Assistentes virtuais da Apple (Siri), Amazon (Alexa) e Google deu mais passo em seus sistemas de IA.



AlphaGo da Google desenvolveu algoritmo para o jogo de tabuleiro Go e venceu o campeão mundial da categoria em uma série de vitórias que foram muito mais impressionantes que aquelas no xadrez de anos atrás, porque o algoritmo aprendeu todas as regras e estratégias do jogo, observando outras partidas e depois jogando contra si próprio pra melhorar.

2016

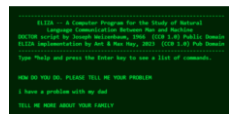
1950



Alan Turing desenvolveu uma forma de avaliar se uma máquina consegue se passar por humano, em uma conversa por escrito, que é lida por avaliador.

1964

ELIZA foi o primeiro software para simulação de diálogos, os chamados "chatbots", os "robôs de conversação". O nome vem da personagem principal da peça de teatro 'Pigmalião', Eliza Doolittle.



1997

O campeão soviético Garry Kasparov foi derrotado em uma das rodadas pelo computador da IBM em partidas que repercutiram ao redor do mundo. O IBM adotava método de cálculo via força bruta, que analisava as possibilidades, previa as respostas e sugeria o melhor movimento.



2012

A Google deu mais passo em seus sistemas de IA, consolidando tecnologias e desenvolvimento, conseguiu treinar algoritmo para reconhecer gatinhos em vídeos do YouTube usando redes neurais com uma maior quantidade de camadas, processando muito mais informações e deixando a máquina mais livre pra fazer as simulações e classificar elementos.

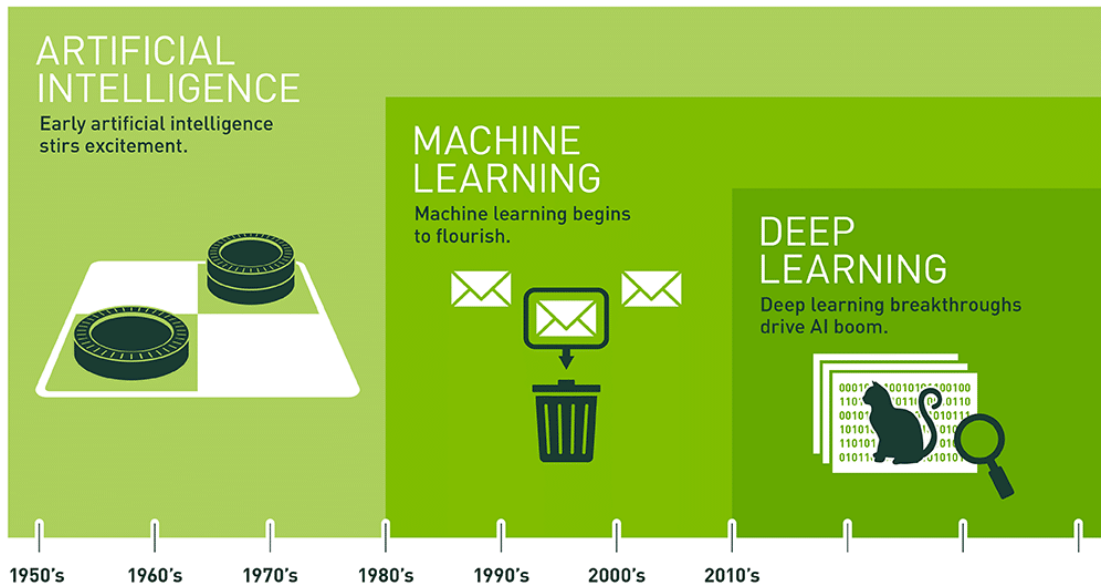


2022

O nome "ChatGPT" combina "Chat", referindo-se à sua funcionalidade de chatbot, e "GPT", que significa Generative Pre-trained Transformer, um tipo de modelo de linguagem grande.

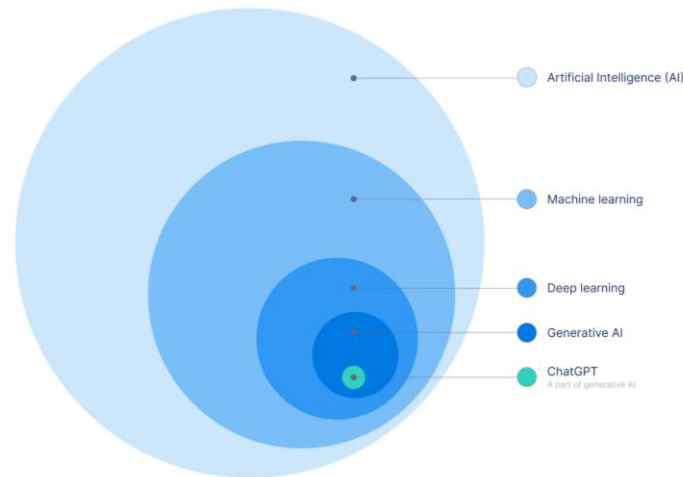
IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

Visão Técnica



Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

The AI Spectrum: Unveiling Layers of Intelligent Systems

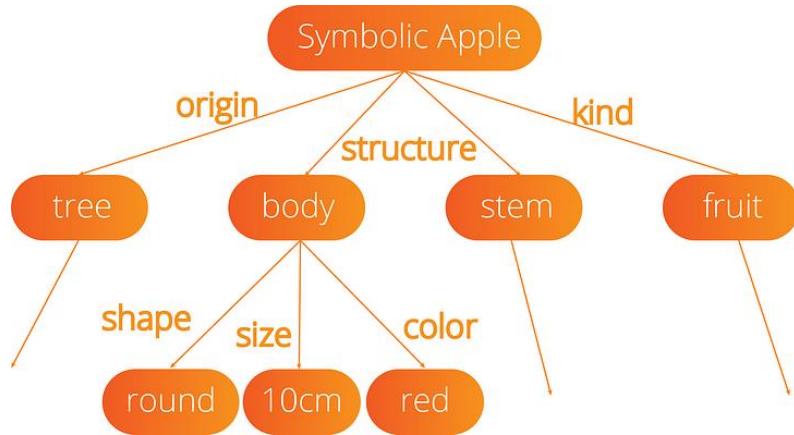


Scribbr

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

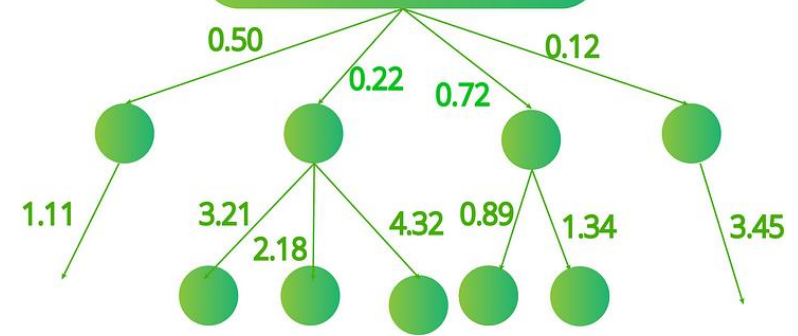


Visão Técnica



IA simbólica é um campo orientado ao raciocínio que se baseia na lógica clássica e assume que a lógica torna as máquinas inteligentes. Linguagem mais popular de programação lógica é Prolog.

Subsymbolic Apple



Redes neurais, modelos de conjunto, modelos de regressão, árvores de decisão, máquinas de vetores de suporte são alguns dos modelos de IA Subsimbólica ou Conexionista

- **AI simbólica** → Um paradigma com alta explicabilidade, mas desempenho de baixa precisão
- **AI subsimbólica** → Um paradigma com baixa explicabilidade, mas desempenho de alta precisão

© ArcelorMittal 2024 - All rights reserved for all countries
Cannot be disclosed, used, or reproduced without prior written specific authorization by ArcelorMittal
CONFIDENTIAL - Privileged Information - ArcelorMittal proprietary information



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação



Visão Técnica

- IA depende de Dados

- Orientação por dados específicos e reais (O mundo é sub-determinado nos dados!)
- Orientação por mineração de dados (Geração de dados a partir de dados!)



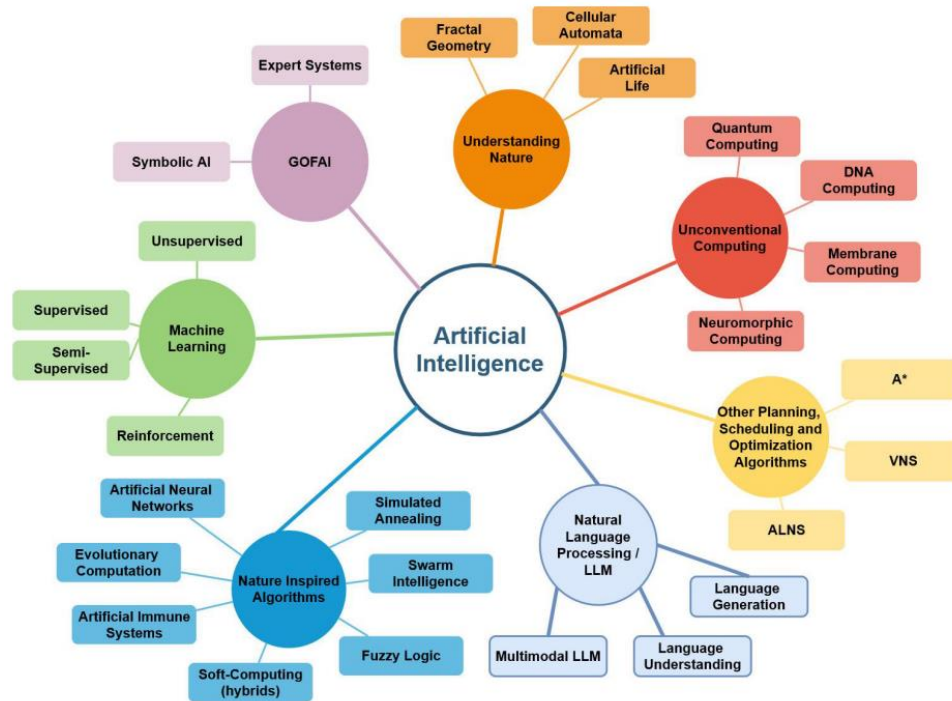
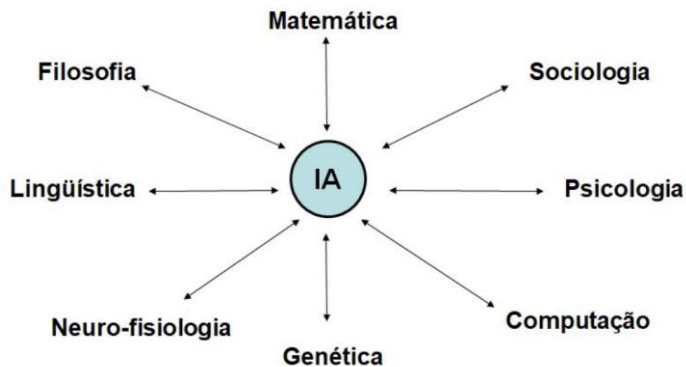
IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação



59°
Laminação,
Conformação
e Produtos

Visão Técnica

- IA depende de algoritmos



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

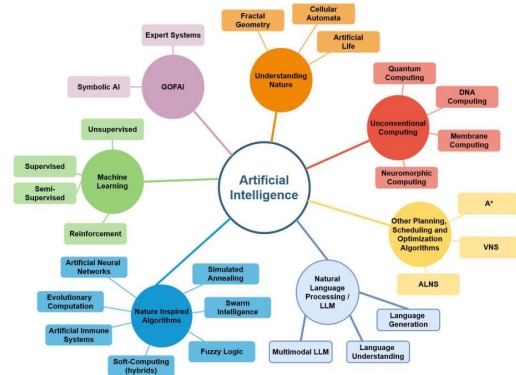
Visão Técnica

Arquimedes



“Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio que moverei o mundo!”

Autor desconhecido



“Dê-me dados confiáveis e um correto algoritmo (prompt) que moverei o mundo!”

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°

Laminação,
Conformação
e Produtos

IA – Inteligência Artificial

Oportunidades na IA

- O Futuro chegou com a IA
- Estatística computacional
- Engenharia de Prompt
- Otimização de tempo
- Redução de emprego ou de trabalho
- Exteligência x Inteligência
- Dilema acadêmico



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação



Oportunidades

O Futuro chegou com a Inteligência Artificial!



Escala de Buckminster Fuller “Knowledge Doubling Curve” (1983)

- A partir do ano 1 da era cristã demorou 1500 anos para dobramos o conhecimento mundial;
- Em 1500 dobrou em 250 anos;
- Em 1900 dobrou em 100 anos;
- Na segunda guerra mundial dobrou em 25 anos;
- Segundo a IBM, a humanidade se encontra em vias de dobrar a informação disponível a cada 12 horas!

Tempo de mudança → Mudança de tempo

TESARAC - VUCA - BANI

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°
Laminação,
Conformação
e Produtos

Oportunidades

Estatística Computacional

- 1. Modelos de Regressão:** Incluem regressão linear, regressão logística e regressão polinomial. Usados para prever valores contínuos ou categorias.
- 2. Modelos de Mistura Gaussiana:** Utilizados para modelar distribuições de dados que podem ser geradas a partir de várias populações subjacentes.
- 3. Redes Neurais:** Estruturas complexas que podem modelar relações não lineares em grandes conjuntos de dados.
- 4. Árvore de Decisão:** Um modelo simples que utiliza um conjunto de regras de decisão, frequentemente usado em classificações e regressões.
- 5. Modelos de Cadeia de Markov:** Usados para descrever sistemas que mudam de um estado para outro em um espaço de estados, como em processos estocásticos.
- 6. Modelos Hierárquicos Bayesianos:** Utilizados para modelar dados que têm uma estrutura hierárquica, permitindo inferências em múltiplos níveis.
- 7. Análise de Séries Temporais:** Modelos como ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) que são usados para prever dados ao longo do tempo.
- 8. Modelos de Simulação Monte Carlo:** Usados para entender o impacto da incerteza em modelos preditivos.
- 9. Métodos de Bootstrap:** Técnicas de reamostragem usadas para estimar a distribuição de uma estatística, permitindo inferências robustas.
- 10. Modelos de Redes Bayesianas:** Estruturas gráficas que representam um conjunto de variáveis e suas independências condicionais, úteis para modelagem de inc

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação



Oportunidades

Engenharia de Prompt

Funções

- Identificar usos para ferramentas de IA
- Projetar, desenvolver e refinar prompts de texto gerados por IA

Educação

- Diploma de bacharel em Ciência da Computação ou similares
- Certificações relevantes na área

Skills

- Excelentes conhecimentos de processamento de linguagem natural
- Conhecimentos sobre machine learning

Salário

Estados Unidos: \$ 255.000
Portugal: € 230.000
Brasil: R\$ 900.000

Engenheiro de prompt

FUNÇÕES

- Trabalhar com equipes multifuncionais para discutir o desenvolvimento de produtos
- Identificar usos para ferramentas de IA
- Projetar, desenvolver e refinar prompts de texto gerados por IA
- Fornecer suporte às equipes de conteúdo e produto na compreensão das melhores práticas de engenharia de prompt
- Trabalhar na integração de chatbots de IA aos fluxos de trabalho de empresas com eficiência

Engenheiro de prompt

SKILLS

- Excelentes conhecimentos de processamento de linguagem natural
- Conhecimentos sobre machine learning
- Conhecimento abrangente sobre desenvolvimento de conteúdo gerado por IA
- Conhecimento profundo de algoritmos e vários modelos de IA
- Habilidades básicas de codificação
- Familiaridade com ferramentas relacionadas à IA, como ChatGPT
- Compreensão abrangente das técnicas de análise de dados

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°
Laminação,
Conformação
e Produtos

Oportunidades

Engenharia de Prompt



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°
Laminação,
Conformação
e Produtos

Oportunidades

Dilema acadêmico da AI

- Aumento da capacidade de busca por informação → Maior Exteligência;
- Perda de criatividade pela migração da Inteligência para a Exteligência;
- Moral ética de propriedade intelectual e referenciamento bibliográfico;
- Necessidade de aprender, desaprender e reaprender por parte não só dos Alunos, mas também de Professores;
- Garantir isonomias para mesmo acesso à busca de informações;
- Necessidade de atualizações profundas em Projetos Pedagógicos de Cursos.



IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

59°

Laminação,
Conformação
e Produtos

Para reflexões!

“No man is better than a machine, and no machine is better than a man with a machine.”

Paul Tudor Jones

“O ser humano é senciente, as máquinas podem ser conscientes, mas ainda não sencientes”

Prof. Giancarlo (Universidade de Twente)

“Em terra de robô quem tem coração é rei”

Flávio Tavares

“Para os pessimistas a IA vai roubar 50% dos empregos. Para otimistas será 50% do trabalho!”

Walter Longo

“Sob o uso de algoritmos em IA vale a metáfora – Não existe um canivete suíço!”

Prof. Giancarlo (Universidade de Twente)

“Geração de dados a partir de dados errados é início do colapso de conhecimento!”

Autor desconhecido

IA aplicada ao desenvolvimento de produtos e sustentabilidade nos processos de conformação

IA – Inteligência Artificial

59°

Laminação,
Conformação
e Produtos

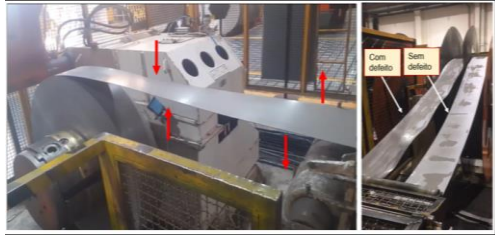
Estudos de caso

- Laminação a quente
- Laminação a frio
- Desenvolvimento de Produtos
- Engenharia de Aplicação

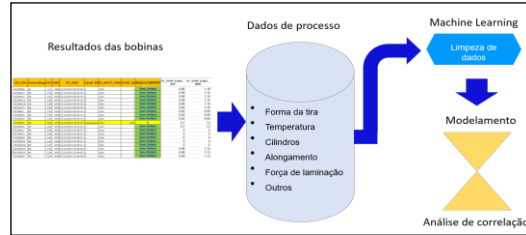


Uso de Machine Learning como ferramenta de análise para defeitos de alta complexidade

Identificação e caracterização do defeito de torção



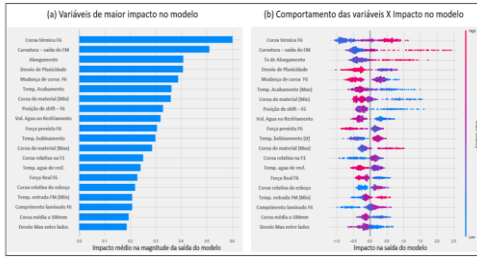
Modelamento de dados utilizando ML



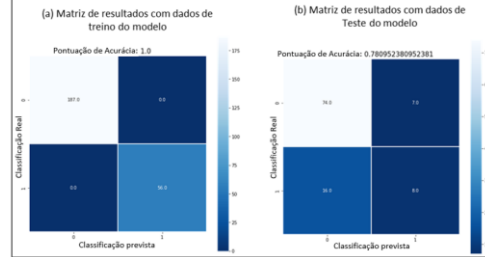
Conclusões finais do estudo

- O aumento da temperatura de acabamento sinaliza uma redução dos níveis de tensão residual;
- O perfil de temperatura de acabamento indicou elevada correlação com os níveis de tensão residual;
- O resfriamento heterogêneo após o laminador de acabamento.

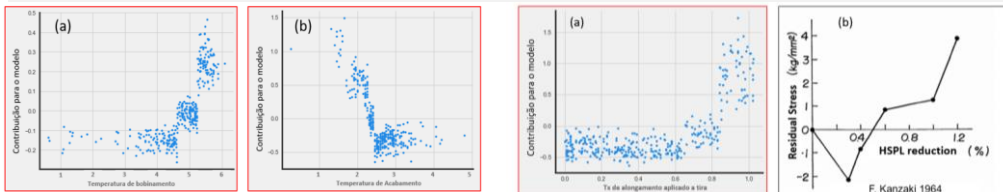
Identificação das variáveis críticas



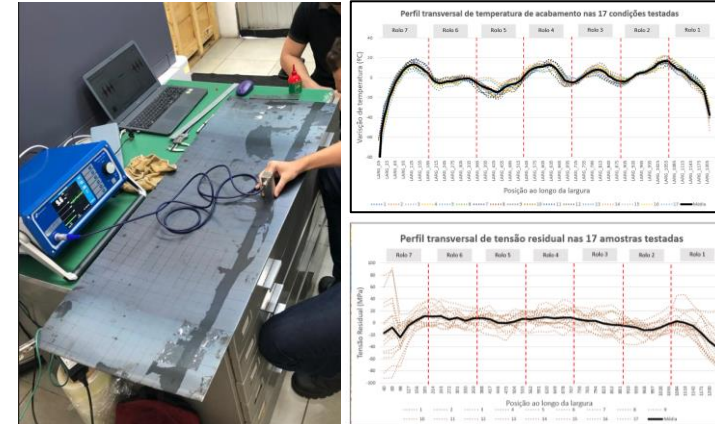
Validação do Modelo



Análise de correlação e importância para o modelo das variáveis críticas



Análise física para comprovação das hipóteses (Barkhausen)



UDESC Partnership (Artificial Intelligence Projects)

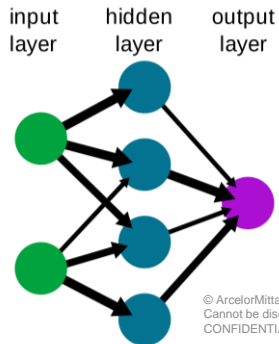
Energy consumption prediction model of Pickling and Tandem Cold mill

- **Objective:** To reduce electric energy costs of ArcelorMittal Vega by reducing energy consumption, contracted power demand, over consumption charges and/or improving the management of energy balance among ArcelorMittal Brasil plant.
- **Motivation:**
 - High energy consumption → ~45% of Vega electrical energy consumption
 - Chance in contract: from local (CELESC) to country wide company (ONS) → requires detailed information on energy consumption

Value Creation:

- Estimation of US\$100k/y:
- Improved energy management between AM plants;
- Power requirement budget according to production needs;
- Better production cost estimation;
- Fast adjustment of energy budget to changing line conditions → Vega expansion project, for example.
- High applicability to other lines and energy sources: PLTCMs, HDG, HSM, etc.

Artificial Neural Networks



Using the machine learning and AI in product development

Leandro Gusmano / Fabiano Miranda / Jose Francisco / Flavio Saraiva

Global R&D Brazil - UDESC partnership - Product Development Objectives

- Development a DPD Model using Natural Computation to support product development and quality optimizations

Concept

- The model will be able to predict a chemical composition from desirable mechanical properties, IUP and process parameters for steels based on natural computation.

Benefits

- Reduction time to product development
- Increase the productivity from process parameters adjustments
- Higher assertiveness in experimental trials and regular production (chemical composition and metallurgical routes)
- Possibility of applying transition slabs (FC LATAM storage reduction)
- Cost reduction related to regular products by adjusting alloy elements and thermocycles
- Reduction of CO₂ emission (Green Computing)

Investment

- 85 K USD (from 2020 to 2024)

Value

- TBD

Status

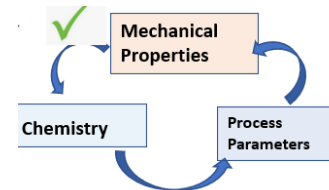
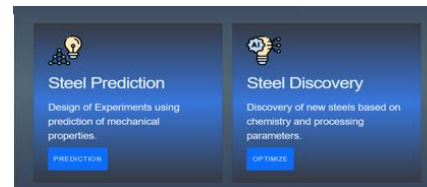
- Prediction and Search Model to no complex steel - able to use
- Prediction and Search Model to complex steel - ongoing

Project Timeline



#BestOne 1 ★★

PDM : Steel Discovery + Steel Prediction



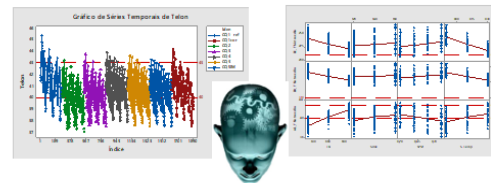
PDM applicability – NEW1 Steel

Real Application: No Complex steel

Target : Rota 2030 : steel New One (Nb concept)



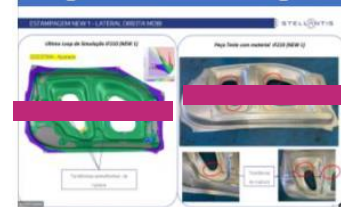
PDM-RESEARCH MODEL : Chemistry definition for industrial trial



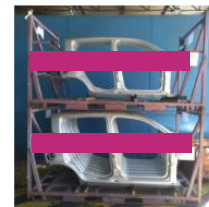
Prediction Model vs Industrial trial



Digital Customer Engineer



Homologation process : Stellantis



AUTOMOTIVE STAMPING PROCESS OPTIMIZATION USING MACHINE LEARNING AND MULTI-OBJECTIVE EVOLUTIONARY ALGORITHM

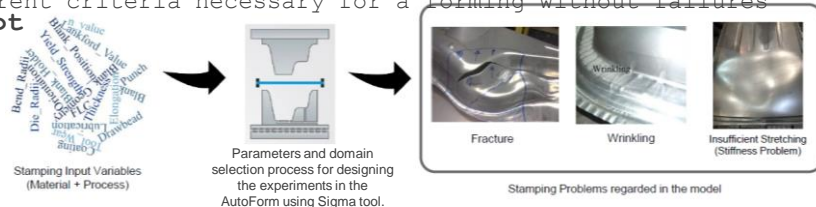
José O. Tepedino, Francislaynne Dias, Roan Sampaio, UDESC.

Partnership: Brazil R&D and UDESC LABICOM

Objective

Develop a prediction model based on Computational Intelligence (Machine Learning + Genetic Algorithm) to identify, from numerical simulations in AutoForm, the optimal values of variables for stamping a part to simultaneously meet the different criteria necessary for a forming without failures

Concept



Benefits

- Reduction of analysis time and time decision;
- Increase success in the steel application;
- Increase the ability to solve complex problems;
- Enhances the development of new products.

Investment

- ~38k \$

Value

- Intangible

Status

- Waiting delivering of final project documentation and data acquisition to software improvement.

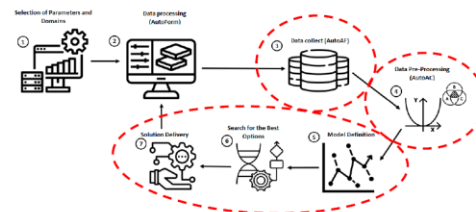
© ArcelorMittal 2024 - All rights reserved for all countries
 Cannot be disclosed, used, or reproduced without prior written specific authorization by ArcelorMittal
 CONFIDENTIAL - Privileged Information - ArcelorMittal proprietary information

Project



#BestOne ¹ ★★★

Model Flowchart



Final Model Answer:
 Values of Input Variables to stamp a part without problems.

LABICOM
 Laboratório de Pesquisa em Inteligência Computacional

UDESC
 Universidade do Estado de Santa Catarina

AutoForm → AutoAF → AutoAC

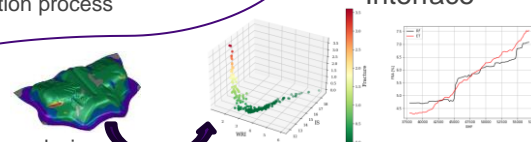


Automation of the data extraction process

Interface

Definition of the most appropriate regressor

sensitivity analysis



Peugeot 208 Internal Tailgate

Original Steel: DX54D 0,65 mm	→	Proposed Steel: BH220 0,60 mm
--	---	--



ArcelorMittal

15% reduction in wrinkling and an 8% reduction in insufficient stretching