

The background image shows a dramatic industrial scene, likely a steel mill. Large, dark silhouettes of industrial structures are set against a bright, intense orange and red glow from molten metal. Puffs of white steam or smoke are visible, adding to the sense of heat and activity. A single yellow light is visible on the right side of the frame.

Otimização do Custo e Gestão da Carga Metálica em Fundições

Guilherme Pilotto Montagna

Cálculo de carga:

Composto por cálculos que visam determinar a matéria-prima e respectiva quantidade para obter um material desejado por fusão em empresas de Fundição.

Matéria-prima

Sucatas, material de retorno, elementos químicos (C, Si, Mn, Cr, Ni...)

Composição química

ABNT/SAE/AISI	C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Si máx.	Ni	Cr	N máx.
304	0,08	2,00	0,045	0,030	0,75	8,00 - 10,50	18,00 - 20,00	0,10

Composição Química do Alumínio

Liga ABNT/ASTM	Al (%)	Si (%)	Fe (%)	Cu (%)	Mn (%)	Mg (%)	Cr (%)	Zn (%)	Ti (%)	Outros Cada (%)	Outros Total (%)
1050	99,50 mín.	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	-	0,05	0,03	0,03	-

01

Business Problem

TABELA DE CÁLCULO DE CARGAS E ADOÇÕES SIMPLIFICADO FERRO-SILICA													FORMO TIPO: CIBRIT		
Ficha nº	Material: F.F. Cimento Classe 4				Seção: 100mm				Carga Base				200 kg		
Composição Especializada (%)		C	S	C es	Composição Dótila (%) CASIMIROA II		1	S	C es	2	S	C es	3	S	C es
		1,35	1,00	1,00											
		1,00													
Data	Seção	Formo	Seç. F.F. 1	Seç. Agg	S	C	Carga		Seção	Carga	Seção	Liga 1 adições			
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ferro			
												Gratiz Silício	0,00		
												Carga Fútil	0,00		
												Gratiz Alumina	0,00		
												Carga Fútil	0,00		
SI	2,20	1,07	2,20	0,62	2,10	0,21	0,10	0,02	0,00	0,00	2,01	-0,20	1,81		
												Ferro Silício Pódo 70	0,17		
												Carga Fútil	0,17		
												Ferro Silício Pódo 50	0,35		
												Carga Fútil	0,35		
Sequência dos preenchimentos de dados em ordem de prioridade, conforme as cores abaixo:															
(1) Composição		(2) Preenchimento de dados		Sequência dos preenchimentos de dados em ordem de prioridade, conforme as cores abaixo:											
Variação Fútil em %:		C		C											
Variação Fútil - SI: (-4,3%), 0% (0,00%)															
Preenchimento C cimento sobre a base		Cálculo da Variação		Carga base											
Gratiz Silício		0,00		kg											
Gratiz Alumina		0,00		Adições											
Carga Fútil		0,00		Ferro 70											
Carga Fútil		0,00		Ferro 50											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil		0,00		Carga Fútil											
Carga Fútil</															




Problem

Cálculo de carga em Fundições
não é otimizado.

Gastos desnecessários com
matéria-prima.



Solution



Desenvolver um *software* para
otimizar o cálculo de carga em
funções



02

Project

O projeto

Automatizar o cálculo de carga em fundições através do desenvolvimento de um software.

Estender o desenvolvimento do software para otimizar e automatizar a preparação da carga metálica de forma integrada, inteligente e colaborativa.





Protótipo

Protótipo desenvolvido,
testado e validado com o
software Excel.



Protótipo: Desenvolvimento



Conceitos da Engenharia Metalúrgica

Termodinâmica metalúrgica,
Físico-Química e processo de
fabricação de componentes
metálicos por fundição.



Protótipo: Desenvolvimento



Ferramenta Matemática



Algoritmo SIMPLEX

desenvolvido pelo

matemático George Dantzig.



Protótipo: validação em detalhes



→ Metodologia

Material	Ensaio	Cálculo de carga
DIN 1.3355	3	Executado pela empresa
DIN 1.3355	3	Protótipo
SAE 8620 mod.	3	Executado pela empresa
SAE 8620 mod.	3	Protótipo



Avaliação dos resultados com base nos custos com matéria-prima



Protótipo: validação em detalhes



→ Resultados para SAE 8620 mod.

Sem
Protótipo

Descrição	Corrida (nº)	Quant. (Kg)	Custo total (R\$)	Custo un. (R\$/Kg)
Teste 1	1267608	250	518,29	2,07
Teste 2	1267612	265	531,87	2,01
Teste 3	1267614	255	490,60	1,92
Média	–	256,67	513,59	2,00

Com
Protótipo

Descrição	Corrida (nº)	Quant. (Kg)	Custo total (R\$)	Custo un. (R\$/Kg)
Teste 1	1267627	230	391,06	1,70
Teste 2	1267629	265	413,84	1,56
Teste 3	1267632	230	356,06	1,55
Média	–	241,67	386,99	1,60



Protótipo: validação em detalhes



→ Resultados para DIN 1.3355.

Sem
Protótipo

Descrição	Corrida (nº)	Quant. (Kg)	Custo total (R\$)	Custo un. (R\$/Kg)
Teste 1	1266005	178	6.693,32	37,60
Teste 2	1266007	178	6.724,90	37,78
Teste 3	1266009	196	7.274,74	37,12
Média	–	184	6.897,65	37,50

Com
Protótipo

Descrição	Corrida (nº)	Quant. (Kg)	Custo total (R\$)	Custo un. (R\$/Kg)
Teste 1	1266508	178	6.539,92	36,74
Teste 2	1266510	178	6.539,92	36,74
Teste 3	1266876	196	7.193,02	36,70
Média	–	184	6.757,62	36,73





SAE 8620 modificado

Protótipo validado em testes
com o material SAE 8620
modificado.

↓ **Redução de ~20%**
no custo com matéria-prima.



DIN 1.3355

Protótipo validado em testes
com o material DIN 1.3355.

↓ **Redução de ~2%**
no custo com matéria-prima.

[illegible]

Projeto: *status atual*

- ✓ **Protótipo testado e validado**
- ✓ **Conceitos metalúrgicos**
- ✓ **Conceitos matemáticos**



Projeto: etapas futuras



**Migrar o protótipo em *Excel*
para *software* comercial**

Loading...



**Desenvolver interações com
a produção: gestão de
compras e inventário de
matéria-prima**



Projeto: Potencial Inovativo



Estender o desenvolvimento do software para otimizar e automatizar a preparação da carga metálica de forma integrada, inteligente e colaborativa





Projeto: Potencial Inovativo



Produção define o material que deve ser elaborado na fundição. Ex: aço baixa liga, aço ferramenta, aços inoxidáveis, materiais não-ferrosos, etc.

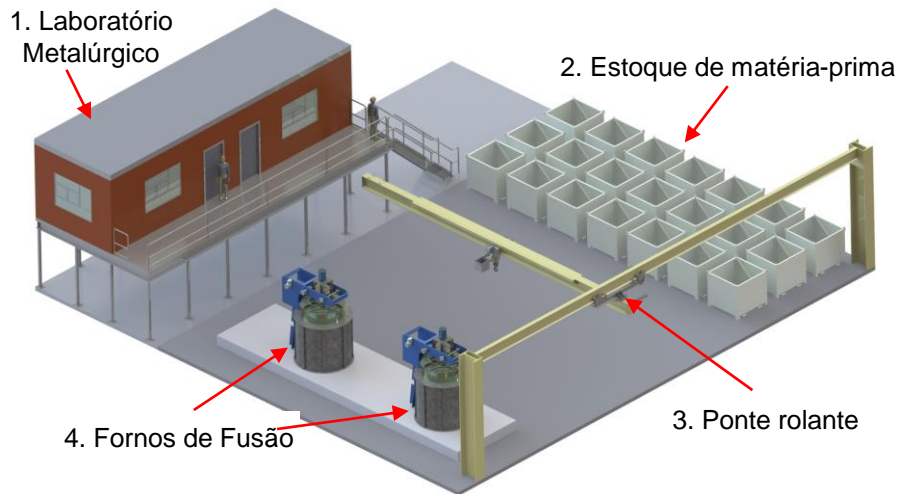


O cálculo de carga é realizado no laboratório metalúrgico (1) pelo software, definindo a matéria-prima e quantidade respectiva do modo mais econômico possível.



Software se comunica com a ponte rolante (3) para que esta possa buscar no estoque (2) a matéria-prima necessária.

Ponte rolante coleta a matéria-prima e despeja nos fornos (4) para fusão.





Projeto: Valores Entregues



Cálculo e preparação da carga metálica Automatizado

Redução do custos com matéria-prima

Gestão da matéria-prima

Redução do tempo de espera (*lead time*) e gasto energético

Redução/eliminação de desperdícios





Projeto: Riscos



Desenvolver um *software* que
não desperte interesse nos
clientes.



03

Market

Setor Brasileiro de Fundição: Em números



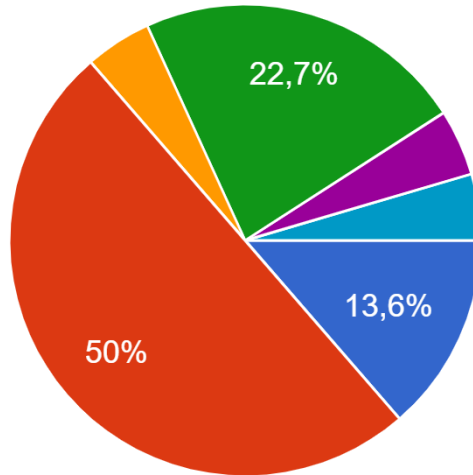
→ **1.170 empresas (ABIFA, 2019)**

Produção 2,3 milhões de toneladas ←

→ **US\$ 8 bilhões (Faturamento anual)**



→ Cálculo de carga em fundições



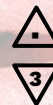
- Manual
- Utilizando planilha de Excel
- Utilizando um Software específico
- Não sei dizer
- Era manual
- Trabalhamos com processo de fundição sob pressão de ligas de Alumínio e no setor de fusão apenas refundimos os lingotes de liga aplicada a cada peça/cliente

→ **Em torno de 90% das empresas NÃO utilizam *software* para cálculo de carga.**

Why ?



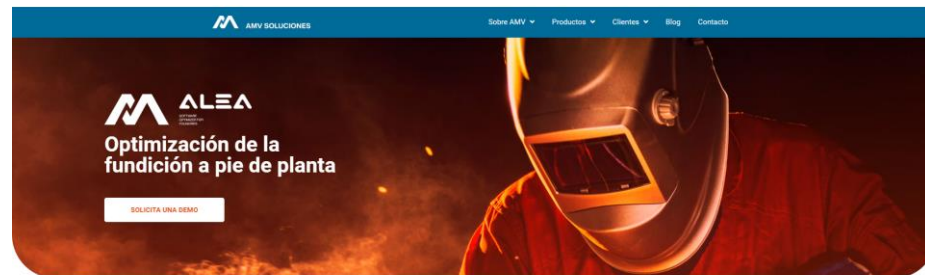
CONCORRÊNCIA



➔ Apenas um software comercializado no brasil

Software **ALEA**

Desenvolvido pela empresa
espanhola AMV SOLUCIONES



ALEA optimiza tiempo,
materiales y costes de
producción para cualquier
tipo de aleación

MÁS INFORMACIÓN



CONCORRÊNCIA



Software **ALEA** ganhou mais aceitação em aciarias ou em poucas grandes empresas de fundição

Why ?

Alto custo de aquisição; funcionalidades complexas e inúteis para pequenas, médias e até grandes fundições



04

Business Model



Diferencial do Projeto



→ ***Desenvolver um software “enxuto”***

“Customização”: entregar o que o cliente espera obter ←

→ ***Atribuir valores com um olhar metalúrgico***



Versões do Software



Basic

- ✓ Cálculo de Garga
- X Gestão Matéria-prima.
- X Automação/
conectividade



Standard

- ✓ Cálculo de Garga
- ✓ Gestão Matéria-prima.
- X Automação/
conectividade



Premium

- ✓ Cálculo de Garga
- ✓ Gestão Matéria-prima.
- ✓ Automação/
conectividade



Business Model



Venda de baixo valor

Venda de alto valor

R\$ 30 – 100 mil / task

Licença anual

Licença Perpétua

Suporte Técnico

R\$ 2 – 4 mil / task



Investimento e Execução



→ Recursos para migrar o protótipo
em Excel para *software* comercial

Conhecimentos em Desenvolvimento
de *Softwares* ←

→ Recursos para desenvolver
website para vendas e suporte
técnico



Investimento e Execução



Recursos para migrar o protótipo
em Excel para *software* comercial

Conhecimentos em Desenvolvimento
de *Softwares*

Recursos para desenvolver
website para vendas e suporte
técnico



Obrigado!

**Você tem alguma
dúvida?**

guilherme.pilotto@ufrgs.br

+55 54 99620 5949

lattes.cnpq.br/1205644907482141

