



UM NOVO CONCEITO DE QUEIMADORES

D-FLAME BURNERS



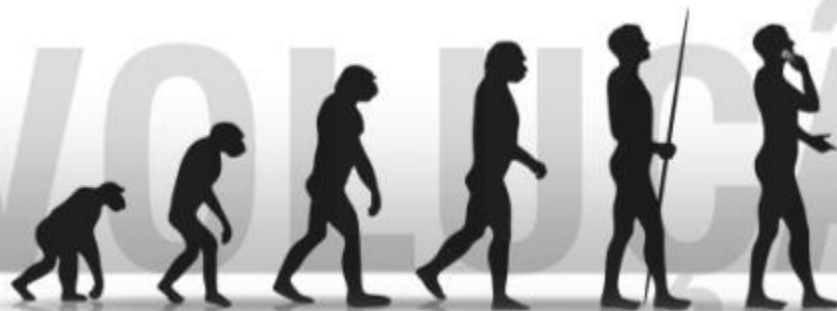
CBC
6º CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CIMENTO



Associação
Brasileira de
Cimento Portland



19 a 21 maio 2014 • São Paulo/SP • Brasil



10 ANOS DE QUEIMADORES DYNAMIS

GRUPO DE ESTUDO | ATUALIZAÇÃO QUEIMADOR DYNAMIS

1. Avaliação dos queimadores DYNAMIS instalados
2. Redefinição dos parâmetros principais de queima de combustíveis pulverizados no interior de fornos de clínquer, com base nos conceitos básicos de combustão
3. Novas necessidades dos clientes
4. Queimadores disponíveis no mercado e parâmetros de projeto adotados
5. Estudos e simulações (CFD)

CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE QUEIMADORES



- Qual a função de um queimador?
- Quais são as suas principais qualidades de um bom queimador?
- Quais os seus principais índices de verificação de desempenho?
- Como se compara o desempenho de queimadores diferentes?

O que diz o principal fornecedor de queimadores para fornos de clínquer?

(Gael Le Piver, Fives Pillard | World Cement, Novembro/2012)

“[...] Fives Pillard officially introduced the Novaflam® burner to the market with the following three design targets:

1 Short/intense flame to improve clinker reactivity and maintain a high performance with low grade fuels by **optimizing secondary air mixing**

2 **‘User friendly’ burner** allowing:

- Easy flame adjustment
- Capability for repeatable flame shaping
- Sharp flame without risk of flame impingement on refractory lining
- Low maintenance

3 Environmentally friendly burner:

- High efficiency burner - burner pressure loss is minimized and **secondary air suction maximized**
- Low NOx design [...]”

MISTURA DO AR SECUNDÁRIO

FACILIDADE OPERACIONAL

A FUNÇÃO DO QUEIMADOR NA VISÃO DA DYNAMIS

1

Possibilitar a MISTURA do Ar Secundário com o Combustível

Definida tradicionalmente como a principal função do queimador.
NOVOS CONCEITOS

2

Apresentar Elevada Flexibilidade Operacional

Aspectos tradicionais, como facilidade para controle de chama. Utilização do queimador como ferramenta de processo. Novos aspectos, relacionados a queima de combustíveis alternativos.

3

Possibilitar Baixas Emissões

Novas Necessidades: Regulamentações mais restritas quanto a emissões de NOx.

4

Possibilitar Elevados Índices de Turbulência e Zonas de Recirculação

Novas Necessidades: Queima de resíduos e baixas emissões de NOx. NOVOS CONCEITOS

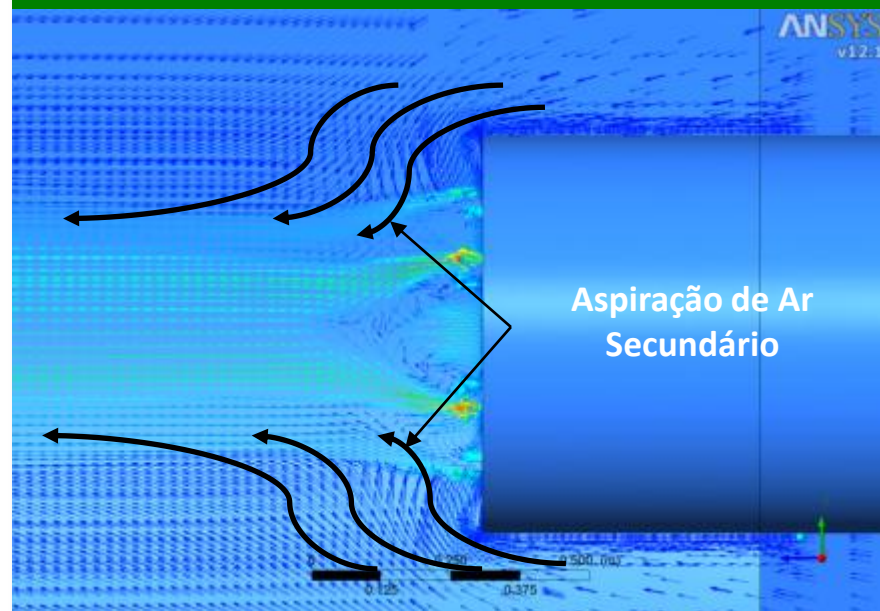
MISTURA DE AR SECUNDÁRIO

→ ENTRAINMENT DE AR SECUNDÁRIO

Perfil de Pressões



Vetores de Velocidade



MISTURA DE AR SECUNDÁRIO: CONCEITO DOMINANTE

Quanto MAIOR o Momento de Chama



MAIOR é a aspiração de Ar Secundário pela Chama



Mais curta e intensa é a Chama

CONCLUSÃO

Quanto MAIOR o Momento da Chama, mais curta e intensa é a Chama!



NEM SEMPRE!!!

Há inúmeros outros parâmetros a serem avaliados para se afirmar isso.



AVALIAÇÃO DO QUEIMADOR

MEDIÇÕES

- Vazões
- Pressões
- Temperaturas do Casco
- Concentração de Gases (O_2 , CO)



ÍNDICE DE CHAMA

- Taxa de Ar Primário
- Momento de Chama
- Índice de Turbulência
- Índice Tangencial



Momento de Chama

Nome deste índice vem do inglês

***"Momentum",**
que significa
Quantidade de Movimento*

AVALIAÇÃO COMPUTACIONAL

CFD

(Leva em consideração FENÔMENOS EXTERNOS ao queimador, além da GEOMETRIA da cabeça de queima)



VISUALIZAÇÃO DE:

- Linhas de Corrente
- Perfis de Temperatura
- Perfis de Pressão

QUALIDADE

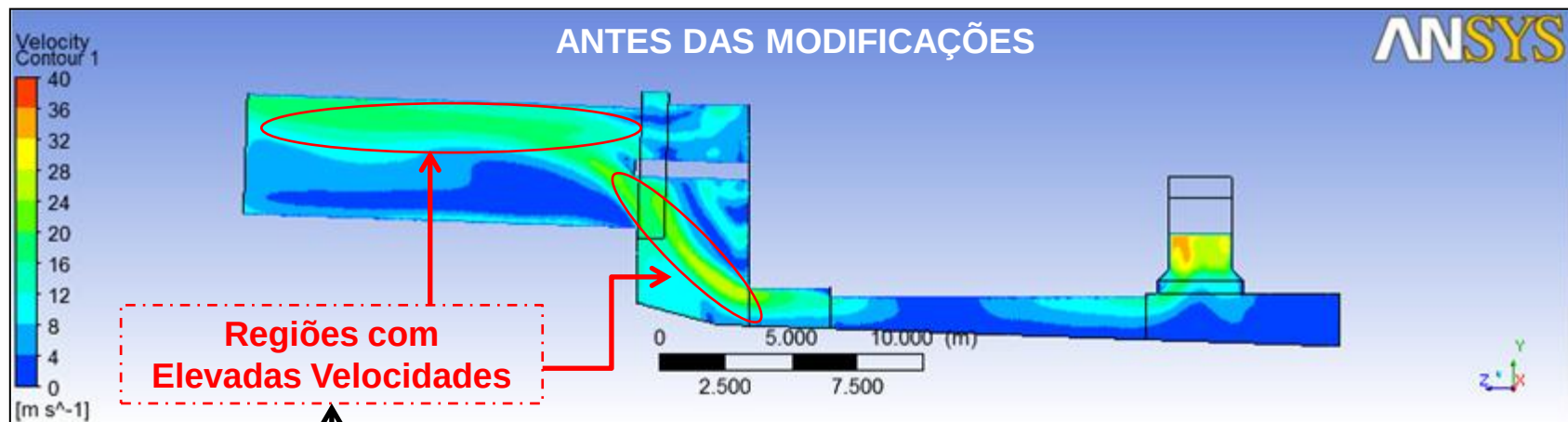
(Principal parâmetro de ajuste do queimador)



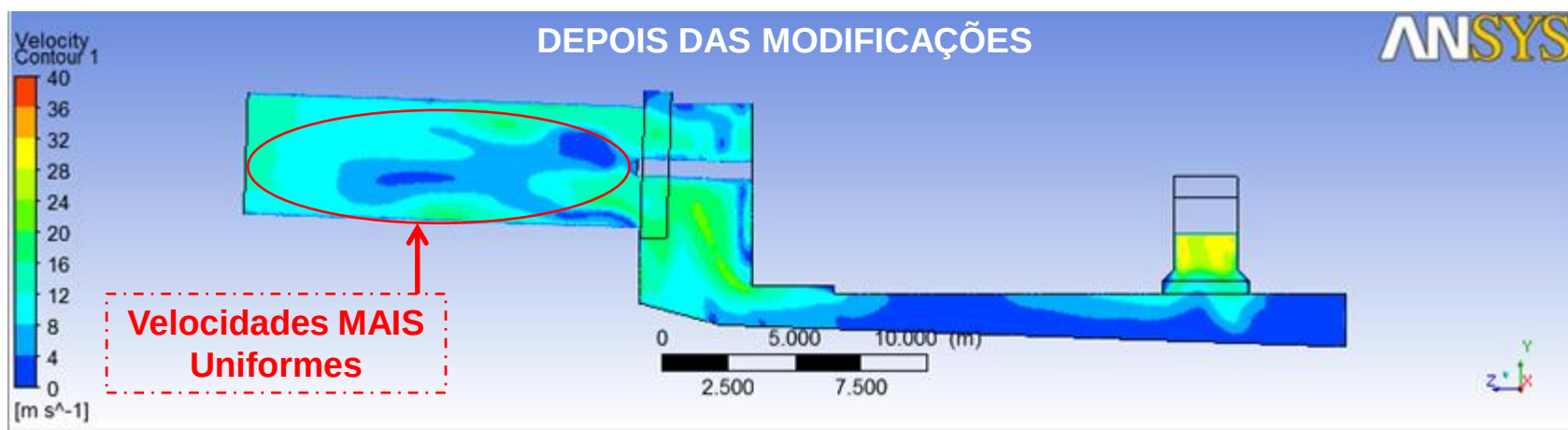
VISUALIZAÇÃO DE:

- Teor de C_3S , Cal Livre, SO_3
- Tamanho dos cristais de C_3S
- Granulometria

Queimadores para Fornos de Clínquer



Influência Negativa sobre a Chama



MISTURA DO AR SECUNDÁRIO



AVALIAR um queimador somente por um **ÚNICO ÍNDICE**, por exemplo, pelo Momento de Chama, é um **ERRO**

“[...] **Various tip configurations** were tested, and the modeling results revealed that an **efficient burner with 8 N/MW axial momentum** could lead to a faster combustion velocity and hotter flame than an **inefficient burner with 11 N/MW axial momentum**”

UM NOVO CONCEITO: EFICIÊNCIA DO IMPULSO

[...] To compare different possible axial tip configurations, a new criterion was established: the impulse efficiency. This characterizes the ratio between the relative amount of secondary air that is absorbed within the first 2 m of the flame (kg/s) and the **axial momentum** (N/MW).” (Gael Le Piver, Fives Pillard, *World Cement*, Novembro/2012)

**Energia Gasta - Potência
do Ventilador de Ar Primário**

**Principal função do
Queimador Principal**

CONCLUSÃO



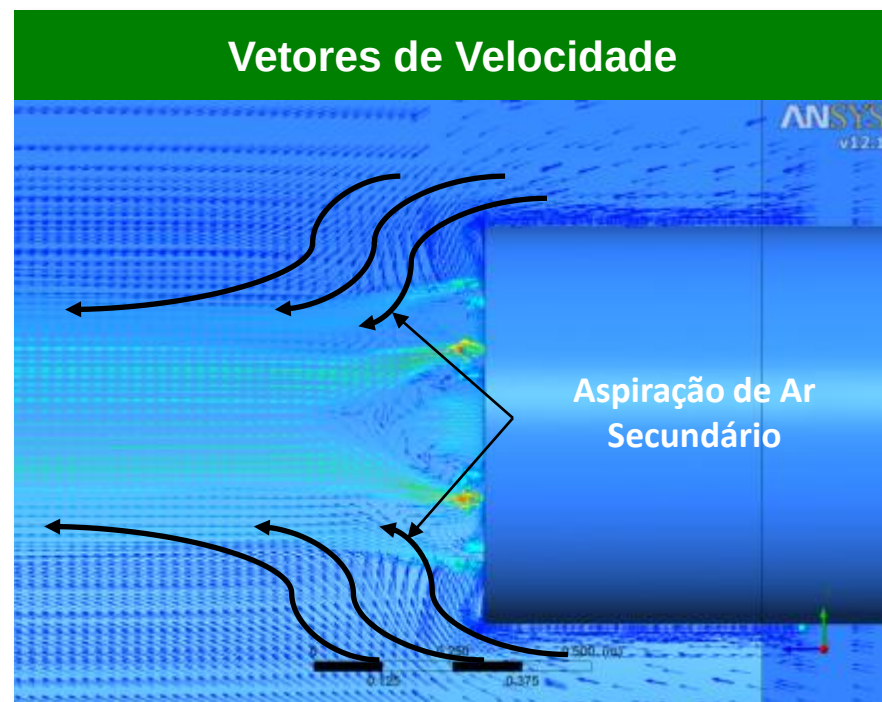
A Geometria Da Cabeça De Queima É Fundamental

MISTURA DE AR SECUNDÁRIO

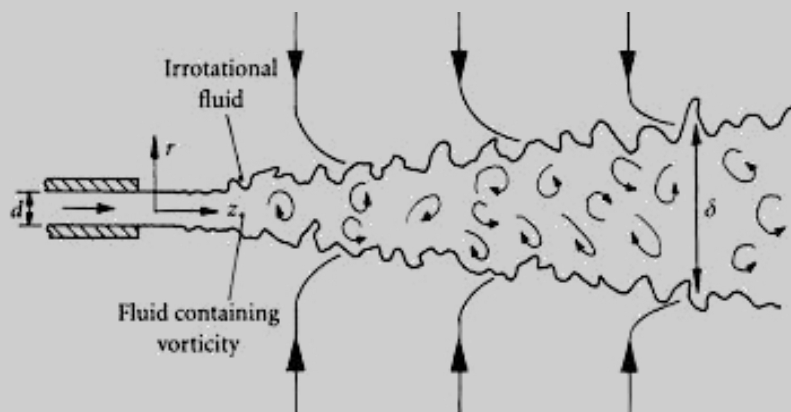
Perfil de Pressões



Vetores de Velocidade

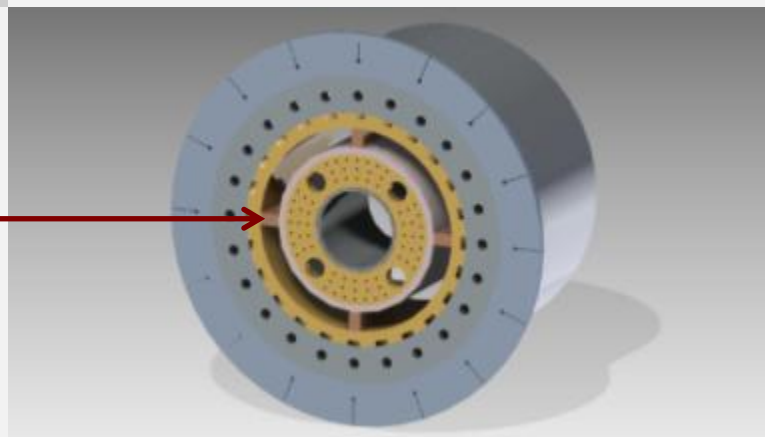


TEORIA DO ENTRAINMENT



- **Rasgos retangulares**
 - maior “*entrainment*”
 - maior aspiração do ar secundário
- **Mistura dos jatos de ar externo e ar secundário faz sentido**

**NO ENTANTO, QUEREMOS QUE O AR
SECUNDÁRIO ATINJA O FLUXO DE
COMBUSTÍVEL
(NO CENTRO DA CHAMA)**

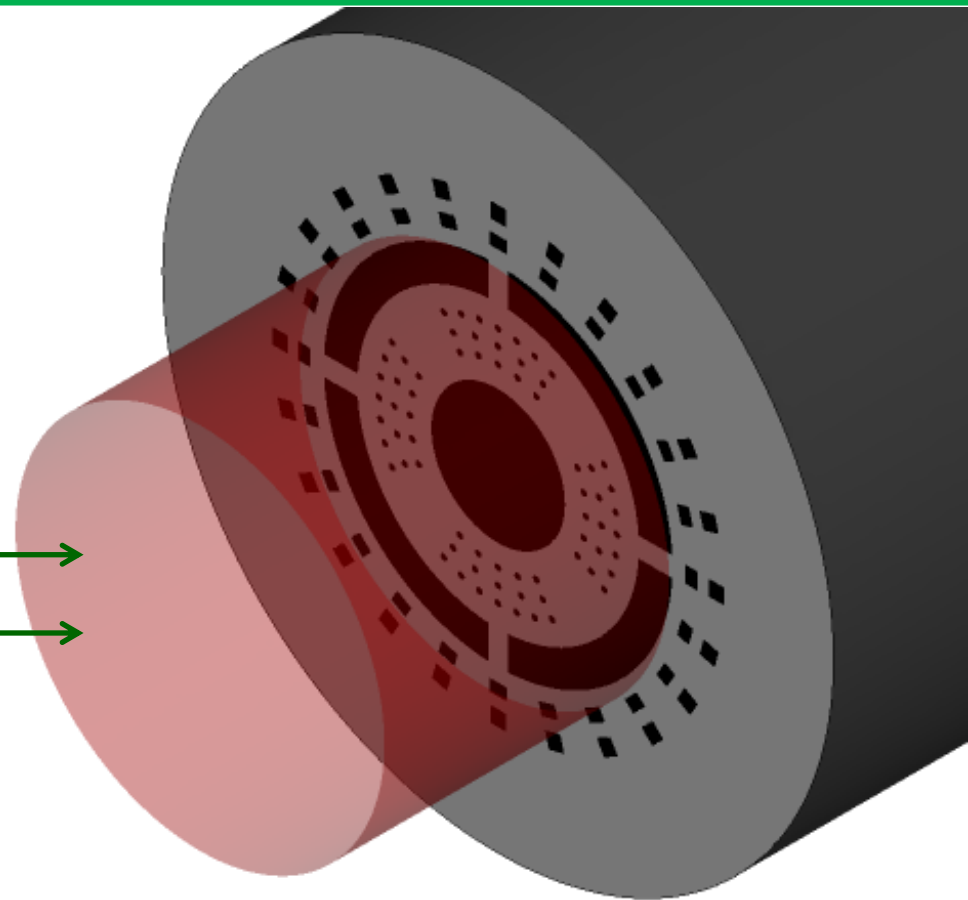


**MISTURA DO AR
SECUNDÁRIO
COM COMBUSTÍVEL:
A ABORDAGEM
DA DYNAMIS**

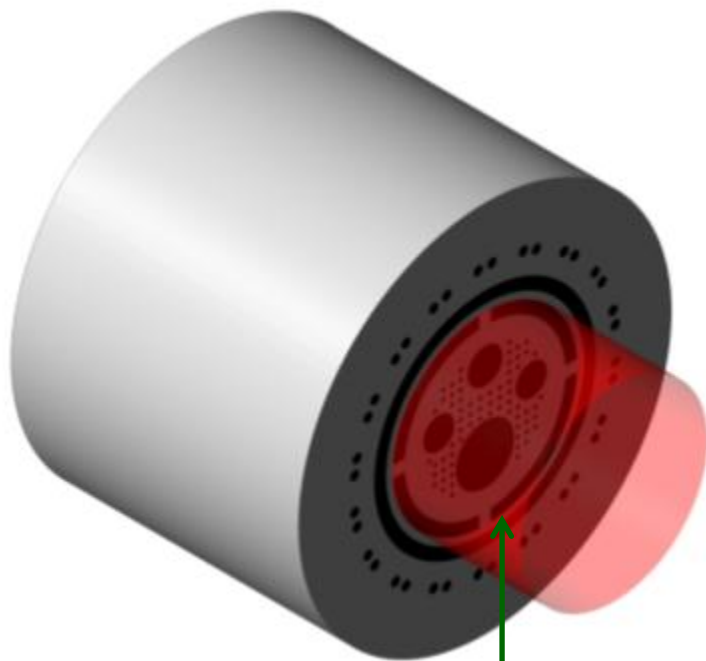
CABEÇA DE QUEIMA

Superfície que circunda o
fluxo de Ar de Transporte
+ Coque de Petróleo

De onde vem o fluxo de ar
que atravessa esta
superfície?



Impacto da Geometria da Cabeça de Queima



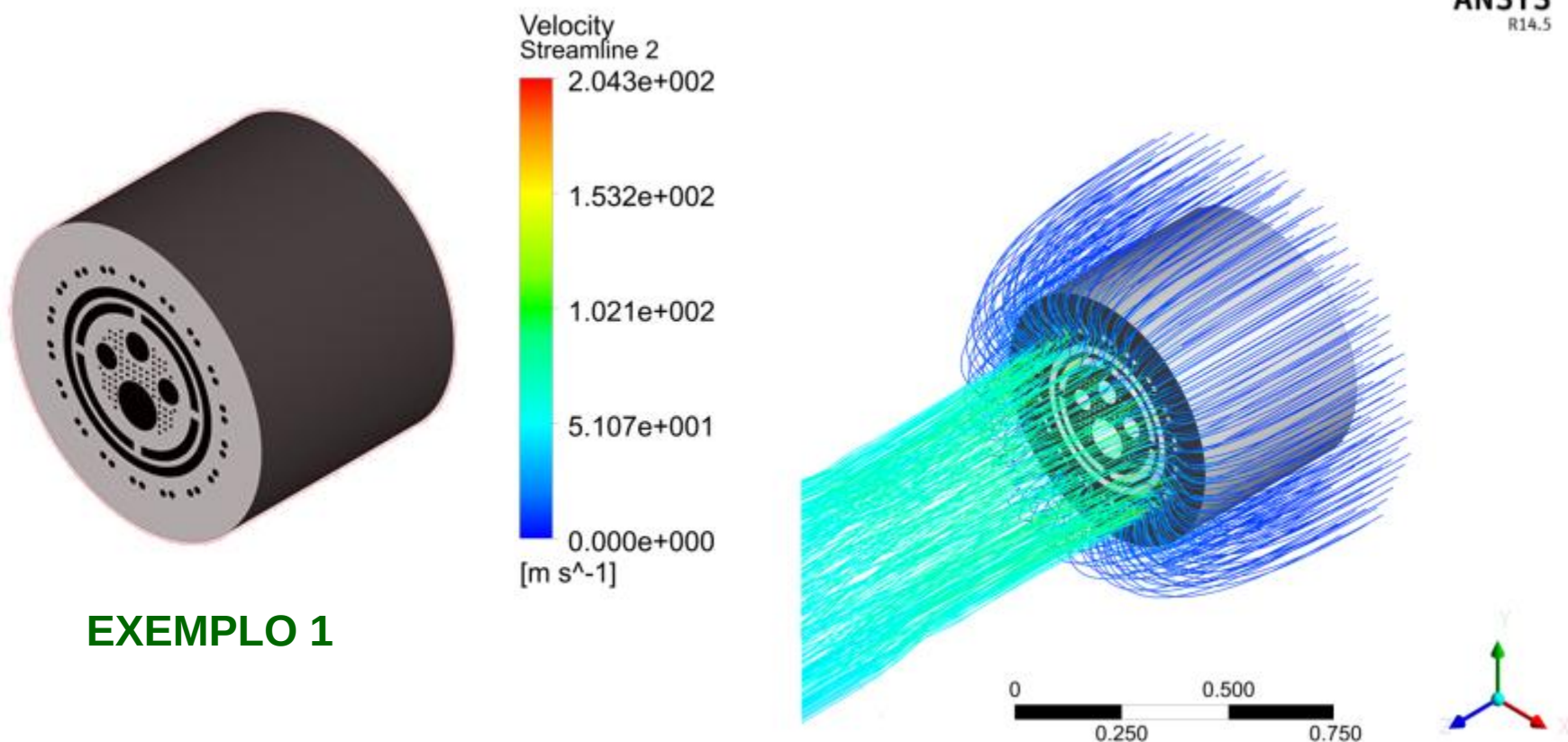
De onde vem as linhas de corrente que atravessam esta superfície?

Cabeças de Queima com Seções Anulares de Injeção



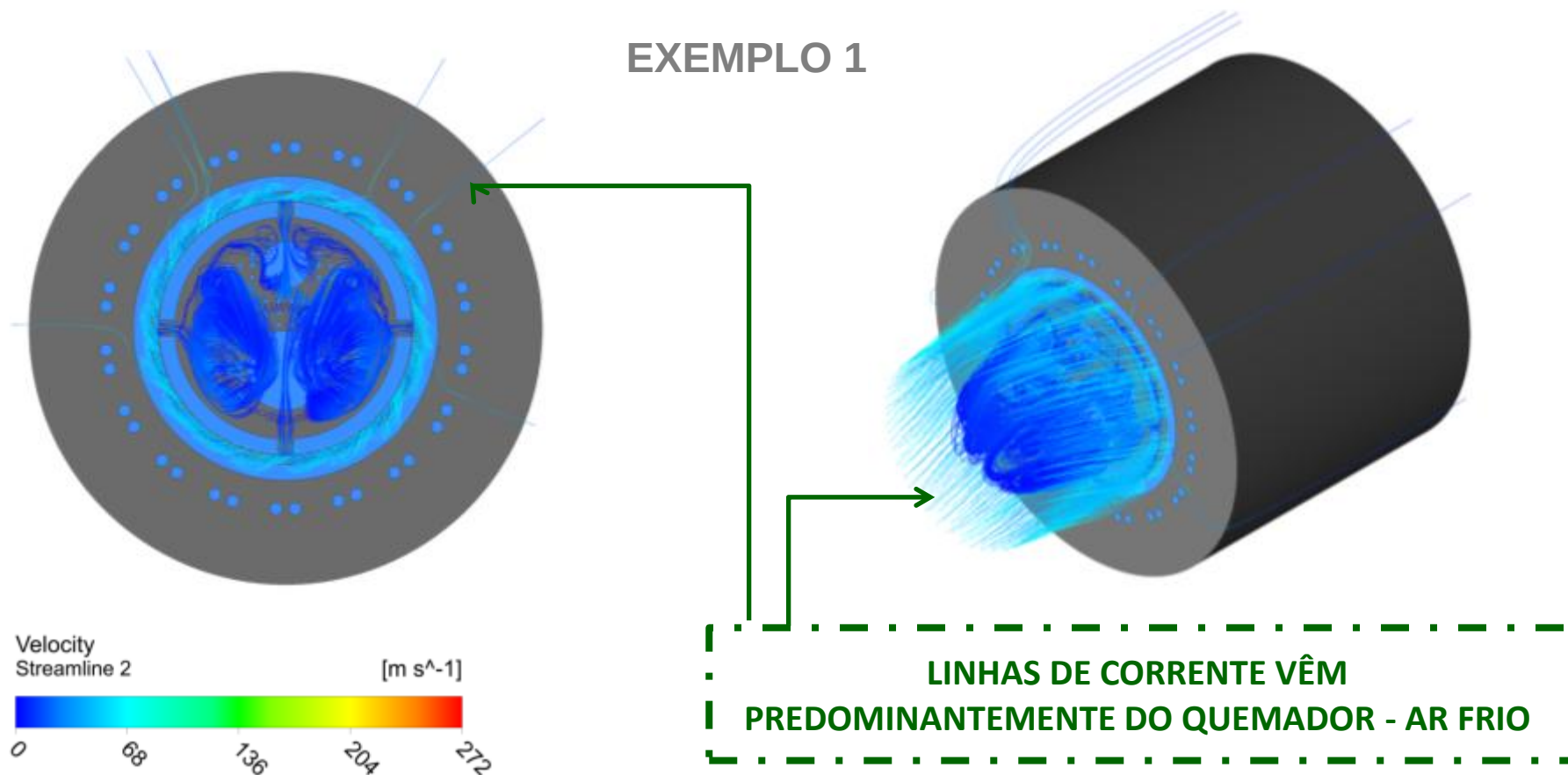
Folgas excessivas

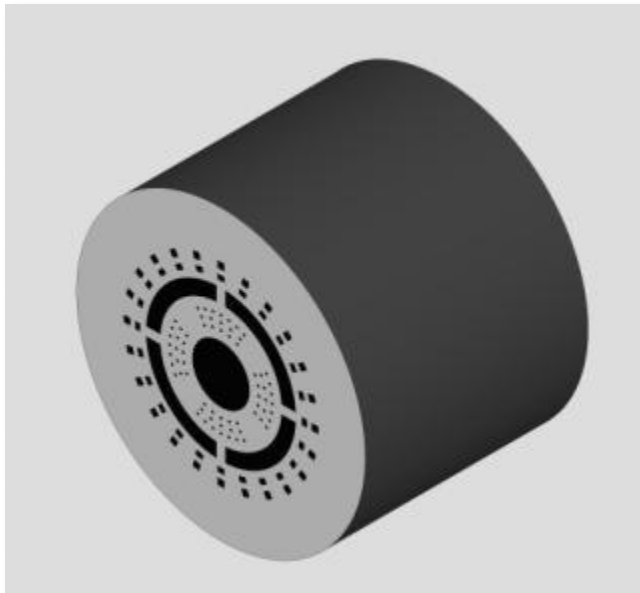
ENTRAINMENT



MISTURA COM COMBUSTÍVEL

EXEMPLO 1





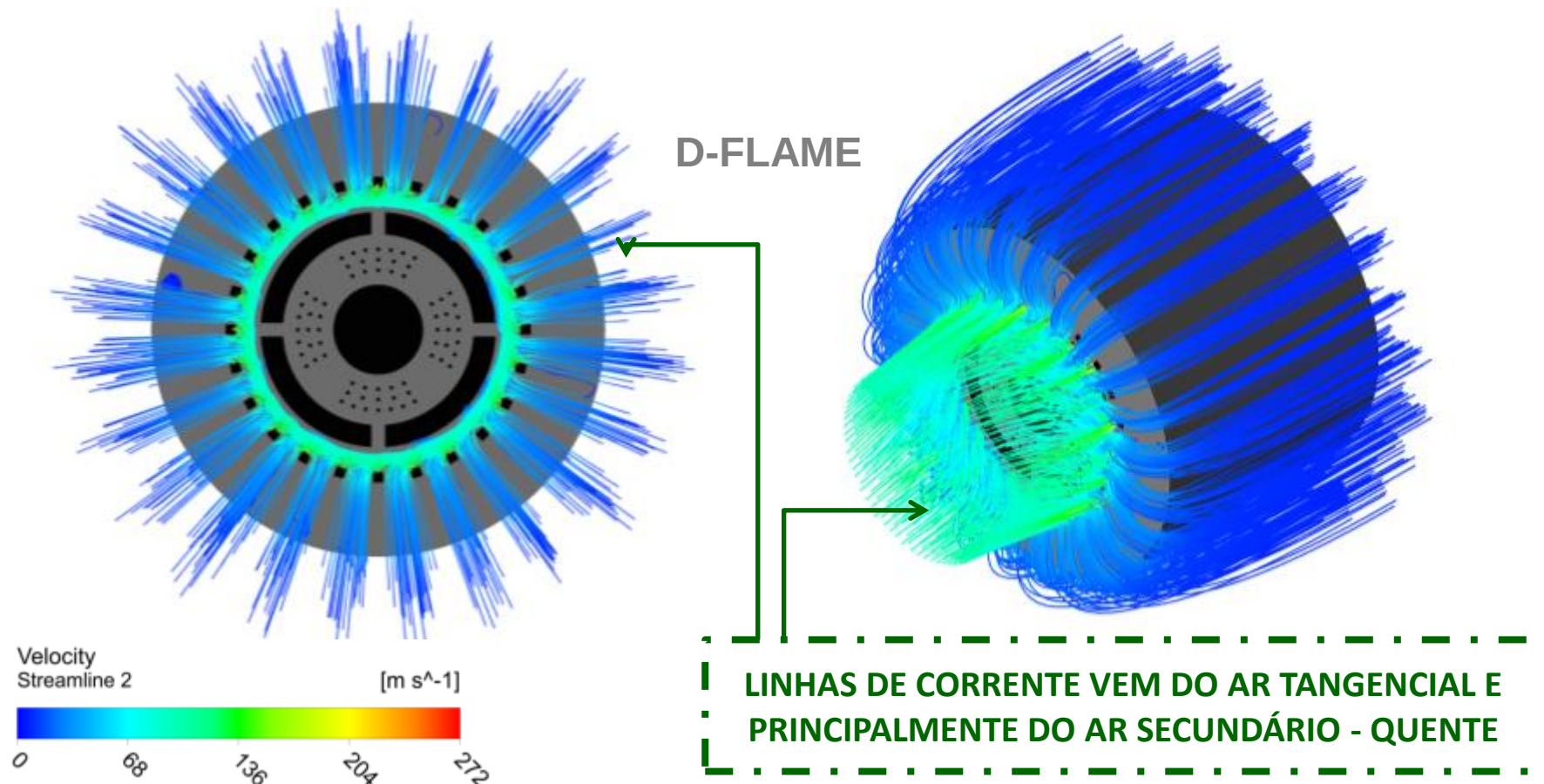
D-FLAME

	Pressão
Ar Externo (axial):	350 mbar
Ar Tangencial:	120 mbar
Ar Interno (Central):	100 mbar

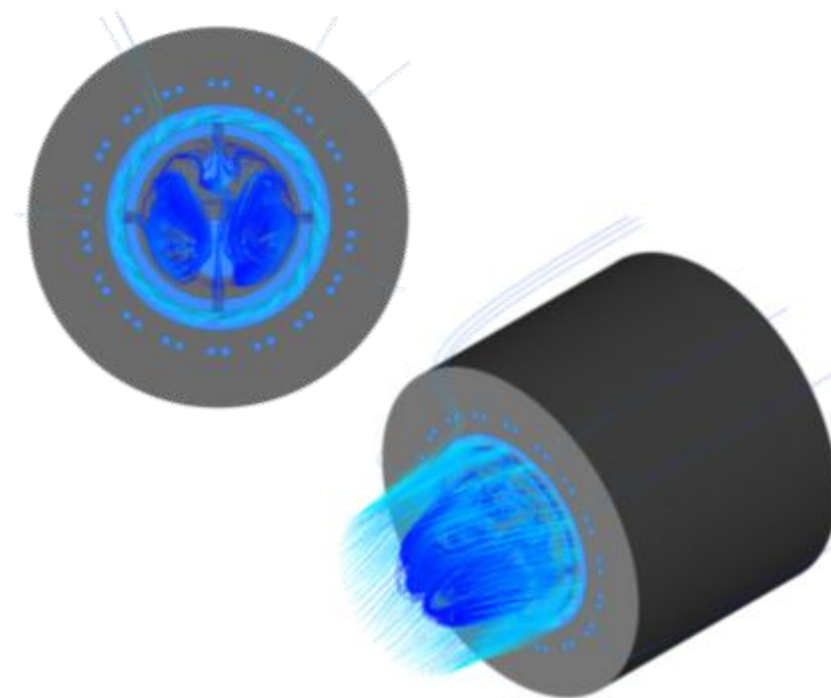
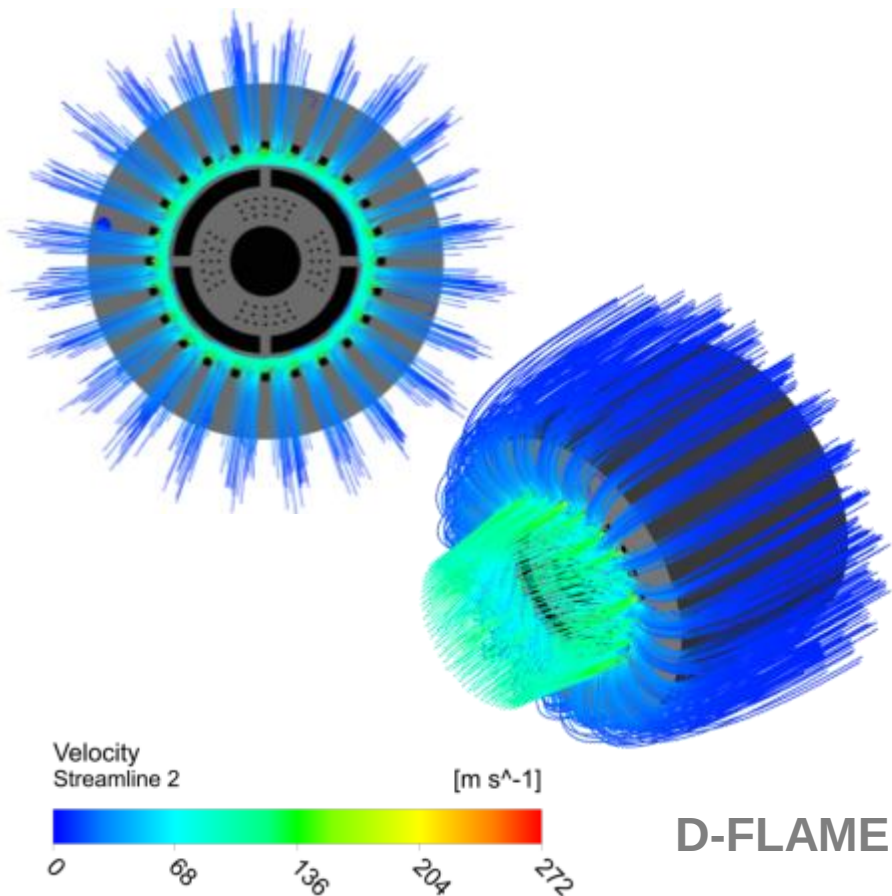
Primary Air Ratio : 8%



MISTURA COM COMBUSTÍVEL



MISTURA COM COMBUSTÍVEL



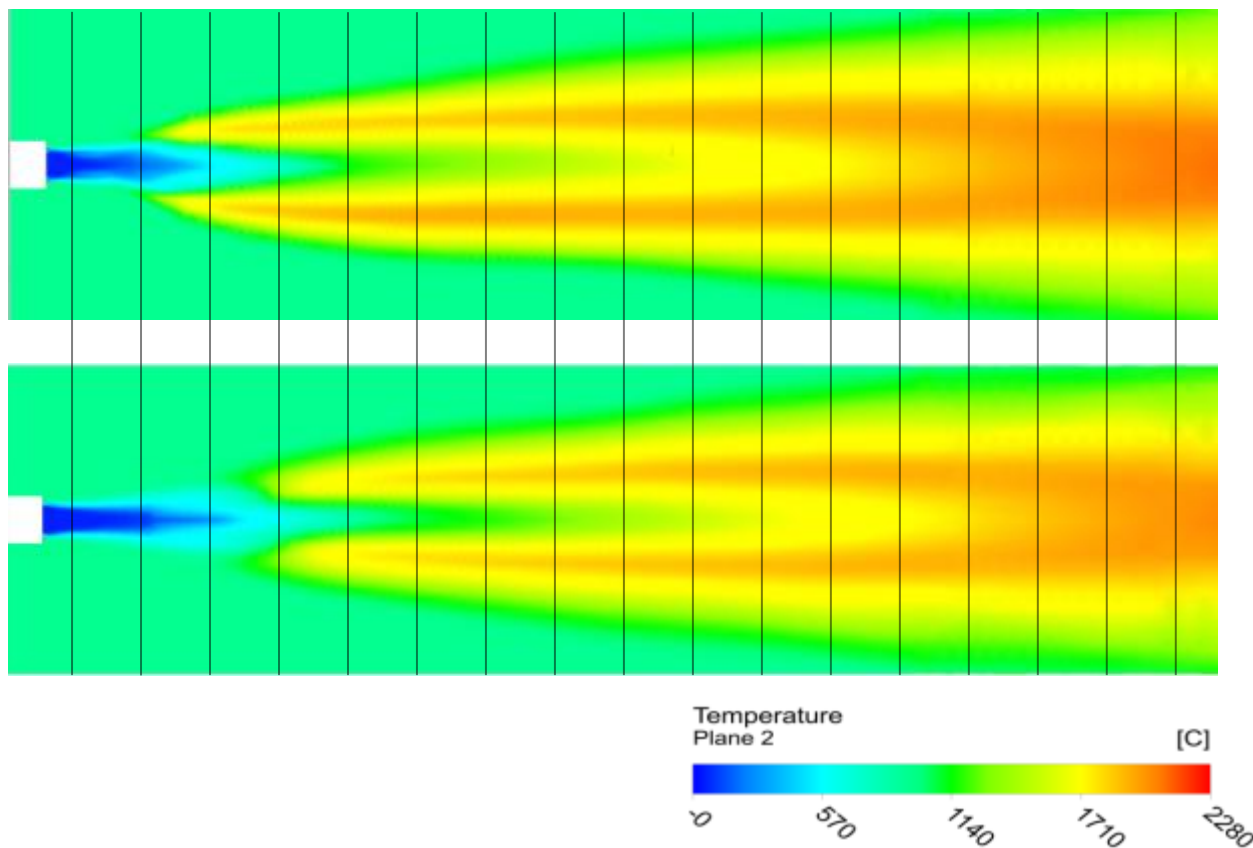


CABEÇAS DE QUEIMA COM BARREIRAS DE AR

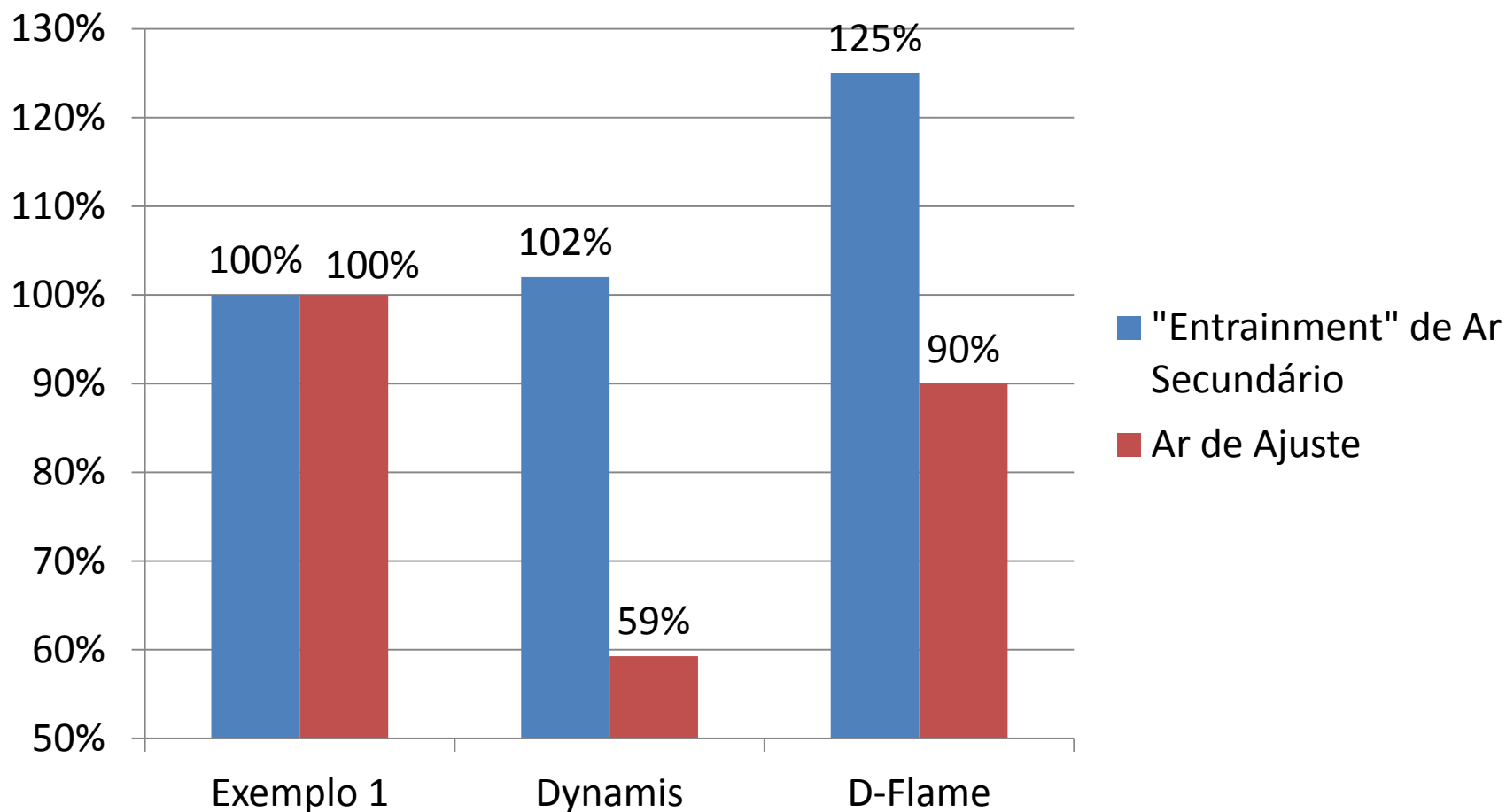
MISTURA COM COMBUSTÍVEL

D-FLAME

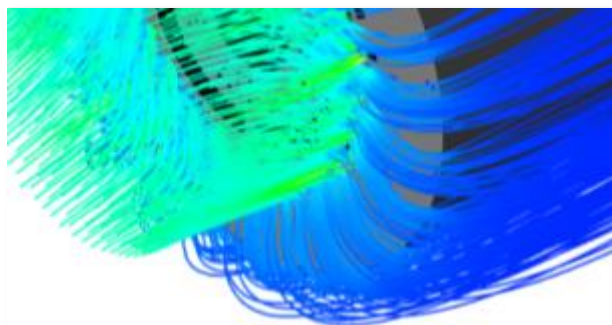
EXEMPLO 1



Impacto da Geometria da Cabeça de Queima

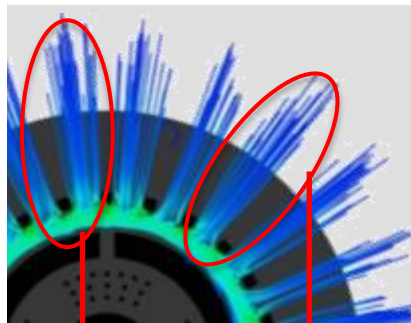
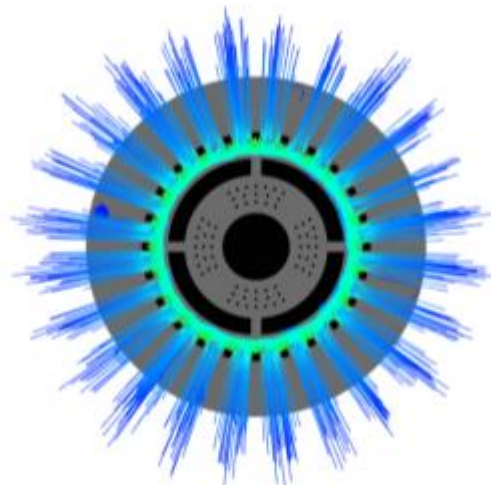


SUMÁRIO Maximização do Entrainment de Ar Secundário com Combustível



TURBULÊNCIA

- Altas **VELOCIDADES** de Injeção
- Elevada **PRESSÃO** nos fluxos de Ar Primário

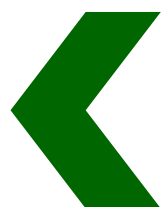


CABEÇA DE QUEIMA

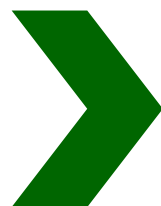
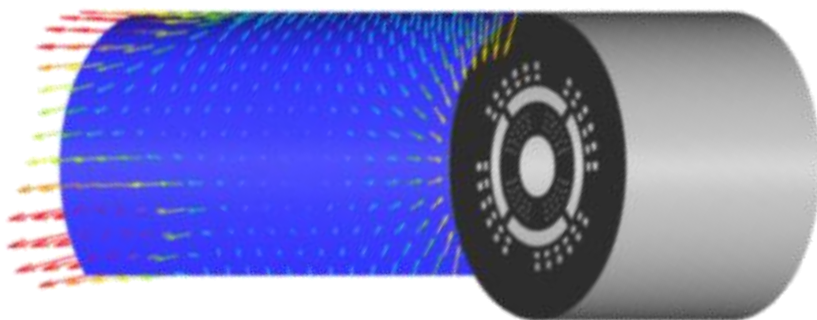
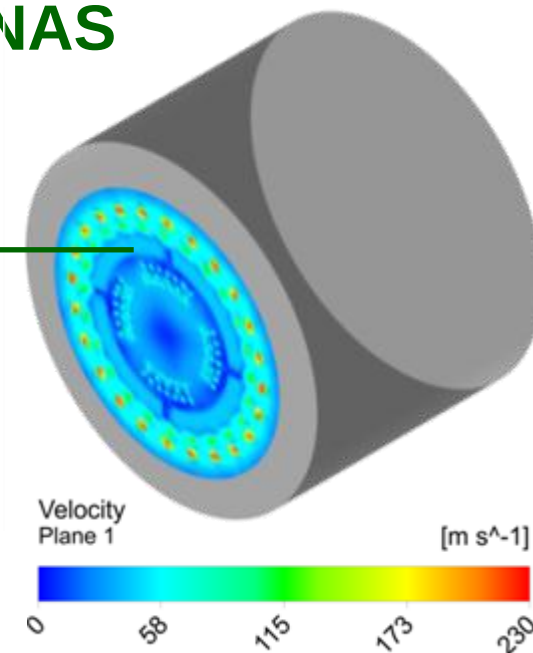
- Injeções **DISCRETAS** de Ar
- Deixar **CAMINHOS** para a entrada de Ar Secundário

RECIRCULAÇÕES INTERNAS

**ELEVADAS
RECIRCULAÇÕES
INTERNAS**

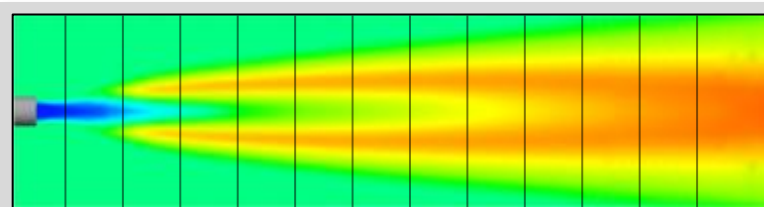
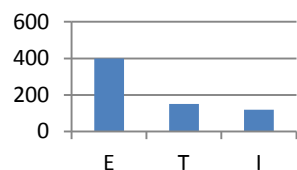


ELEVADO Swirl
BAIXAS VELOCIDADES
no CENTRO do Queimador

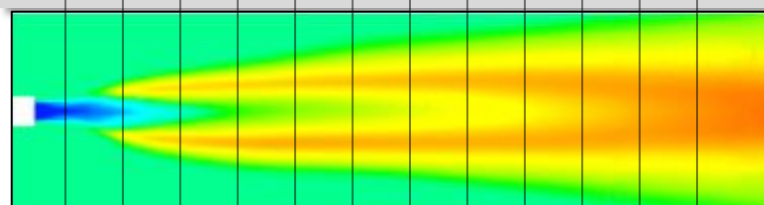
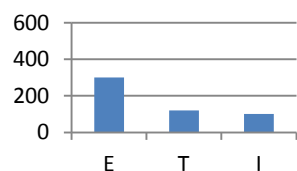
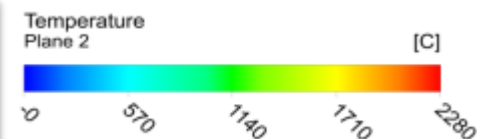


DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

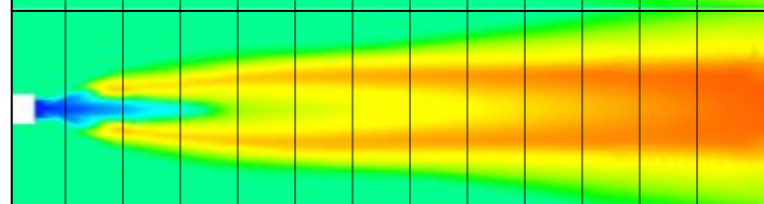
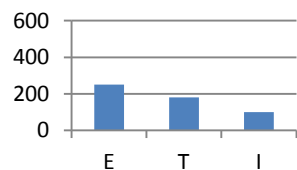
Recirculação de Gases Quentes
(produtos parciais da combustão)



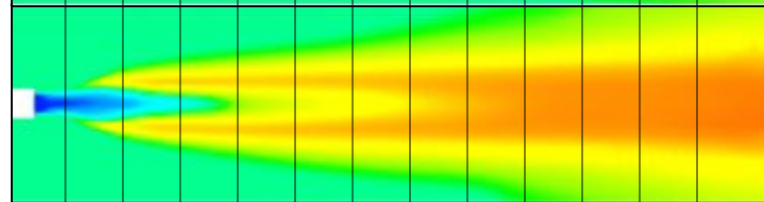
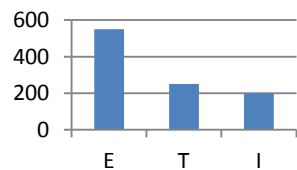
DYNAMIS



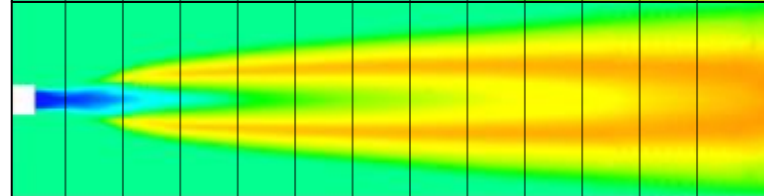
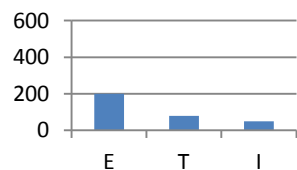
D-FLAME



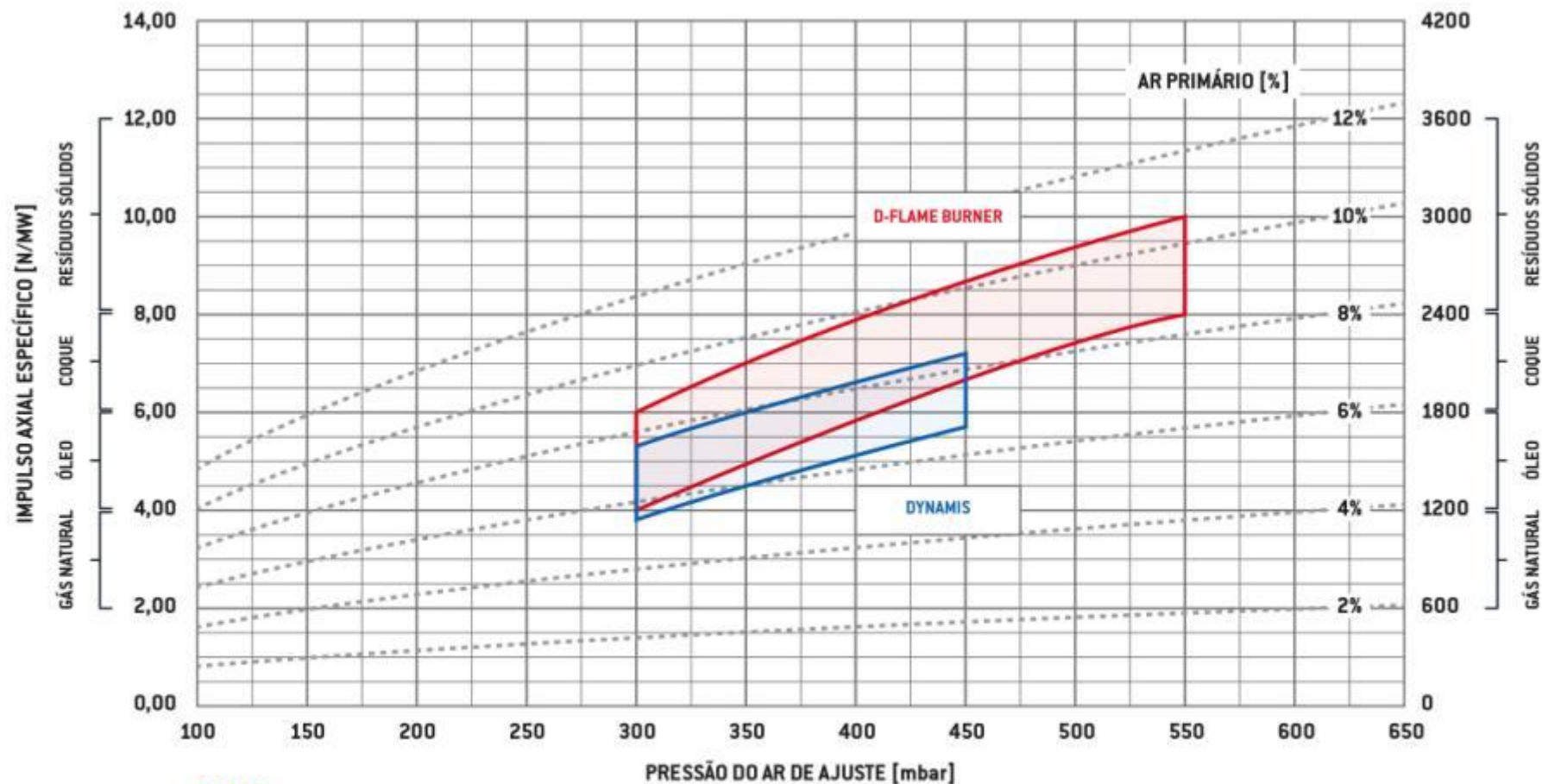
D-FLAME
(ALTO AR TAN.)



D-FLAME
(MÁX. AR DE
AJUSTE)



D-FLAME
(CHAMA BRANDA)



NOTAS

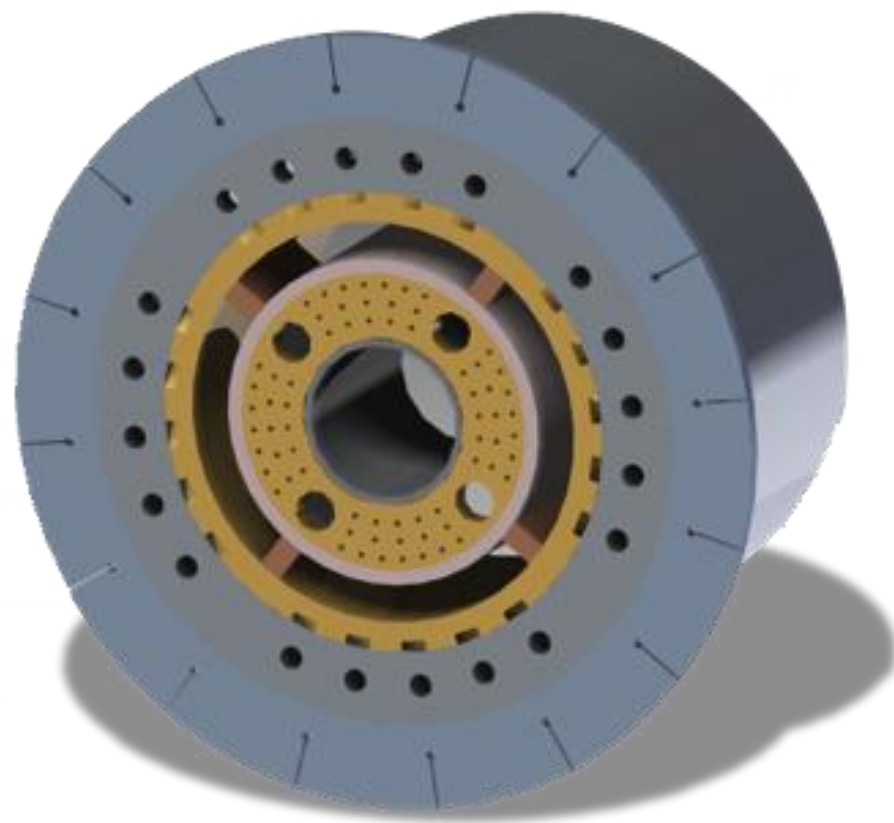
DENSIDADE DO AR 1.0 kg/m³

FOI CONSIDERADO SOMENTE O AR DE AJUSTE PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE IMPULSO AXIAL

AS LINHAS DE TAXA DE AR DE AJUSTE CONSIDERAM QUE TODO O AR É INJETADO NA PRESSÃO MÁXIMA (PRESSÃO DO AR DE AJUSTE)

AVANÇOS TECNOLÓGICOS

- **NOVA CABEÇA DE QUEIMA**
 - Maximização da Mistura com combustível:
CAMINHOS para o Ar Secundário
 - Eliminação da fresta no ar externo
União das peças 1 e 2
- **FLEXIBILIDADE OPERACIONAL**
 - Aumento do Range de turbulência:
Aumento da vazão máxima dos fluxos de Ar Primário
- **OPERAÇÃO 100% AUTOMÁTICA**





OBRIGADO

luiz.pinho@dynamis-br.com
www.dynamis-br.com



CBC
6º CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CIMENTO



Associação
Brasileira de
Cimento Portland



19 a 21 maio 2014 • São Paulo/SP • Brasil