

CORYMBIA E SEUS HÍBRIDOS: UM NOVO HORIZONTE NA QUALIDADE DA MADEIRA PARA USO INDUSTRIAL

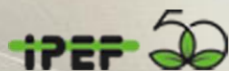
Eng. Ftal. Francides Gomes, D. Sc
Universidade de São Paulo - USP



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



QUALIDADE DA MADEIRA

Axioma do Sucesso



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CRESCIMENTO x QUALIDADE

TEMPO

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



MATÉRIA-PRIMA -PROCESSO -PRODUTO

Premissas Básicas

- O produto (em quantidade e qualidade) é função, da matéria-prima e processo de transformação
- A matéria-prima apresenta variabilidade conhecida e controlada
- O processo é passível de sofrer alterações

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



- Por que *C. citriodora* para produção de polpa celulósica?
- Por que *C. toreliana* para produção de polpa celulósica?

Por que não?

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





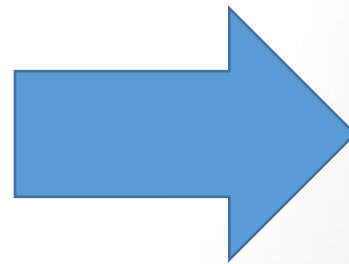
ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



DENSIDADE BÁSICA

- Pârametro de qualidade da madeira
 - Densidade básica “Ideal”
 - 0,420g/cm³
 - 0,450g/cm³
 - 0,470g/cm³
 - Densidade básica “elevada”
 - não serve para produção de polpa celulósica
 - Paradigma



processo
convencional
de polpação

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



PROCESSOS MODIFICADOS DE POLPAÇÃO



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



- Pouco sensíveis à madeiras com “elevada” densidade básica

pode ser a salvação dos “Corymbias”

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





CONTEXTO

- Custo da madeira representa aproximadamente 50 – 60% do custo da polpa celulósica
- As operações silviculturais tem custo baseado em volume de madeira
 - Transporte é um dos componentes de custo mais relevantes
 - Custo da terra é um importante componente do custo da madeira

Elevada produtividade silvicultural

Densidade básica alta



Baixo custo de madeira

Baixo consumo específico de madeira

Baixo custo da
polpa celulósica

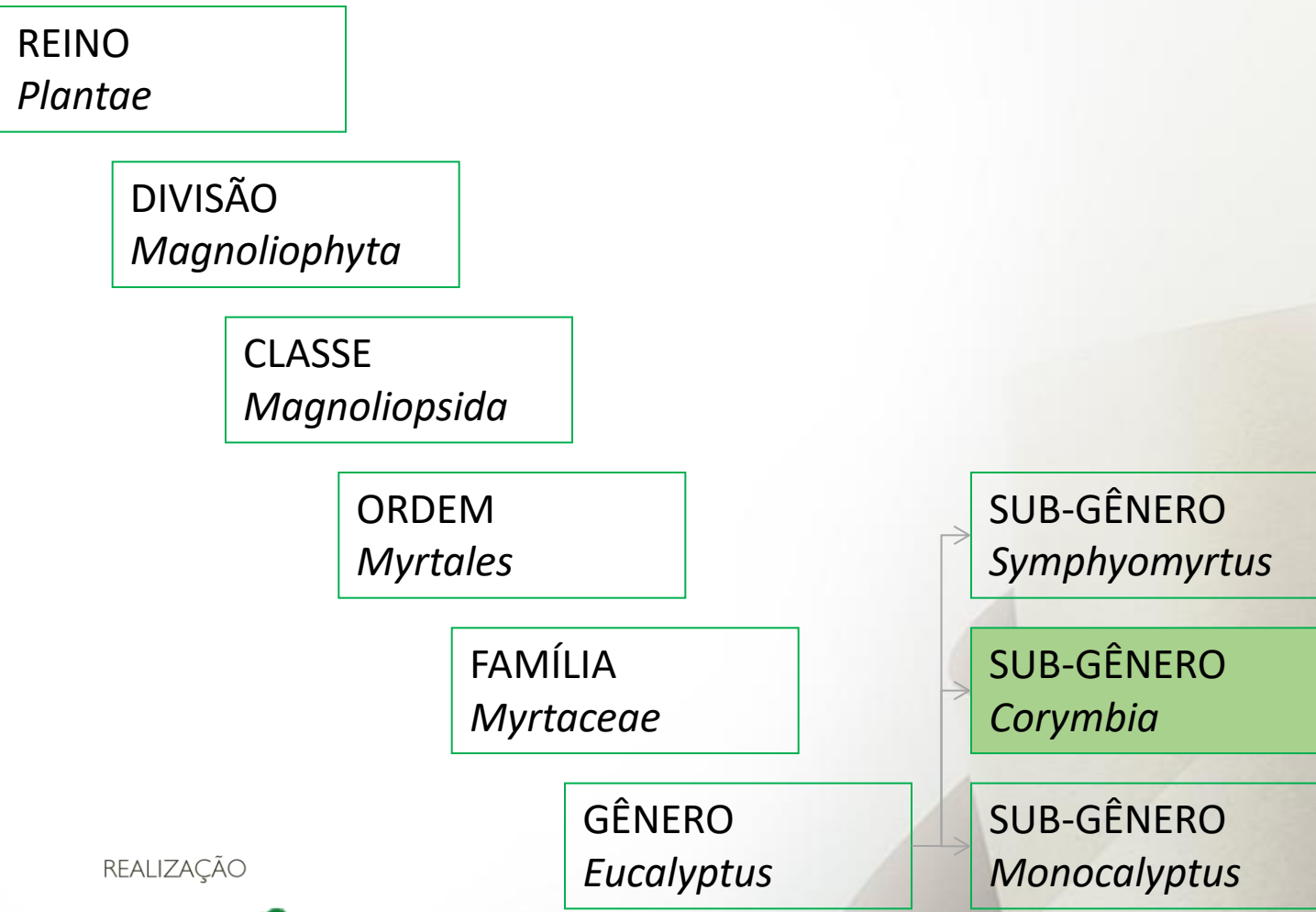


E. citriodora x *Corymbia citriodora*



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



E. citriodora x *Corymbia citriodora*



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



REINO
Plantae

DIVISÃO
Magnoliophyta

CLASSE
Magnoliopsida

ORDEM
Myrtales

FAMÍLIA
Myrtaceae

GÊNERO
Eucalyptus

GÊNERO
Corymbia

1995

Corymbia citriodora
Corymbia maculata
Corymbia torelliana
Corymbia calophylla
Corymbia ficifolia
- 113 espécies

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



2010 – Ensaios Laboratoriais LQCE - USP



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018 X CONGRESO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018

- *E. grandis* x *E. urohylla*
- *Corymbia citriodora*

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



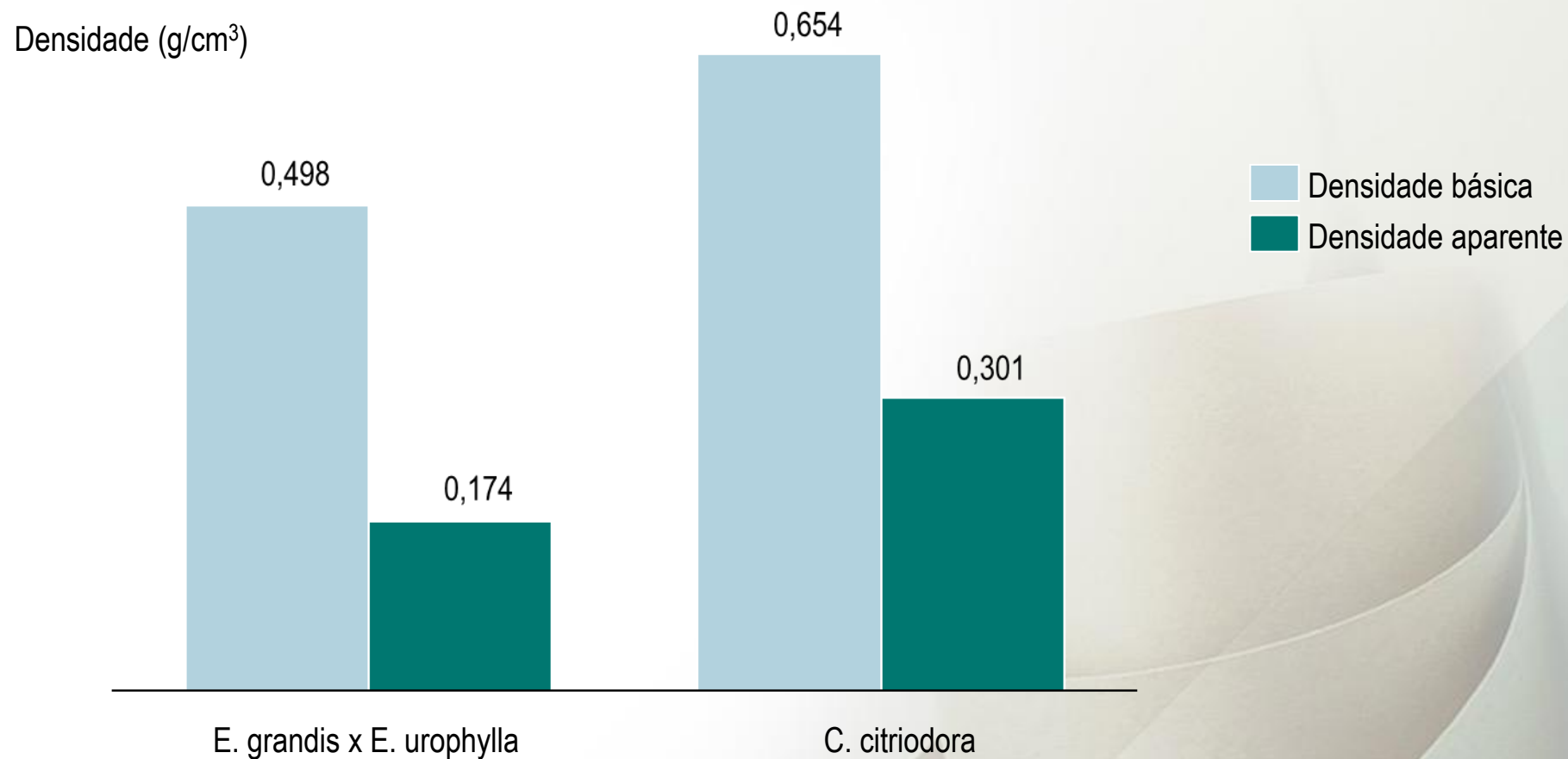
DENSIDADE BÁSICA E APARENTE



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018 X CONGRESSO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO

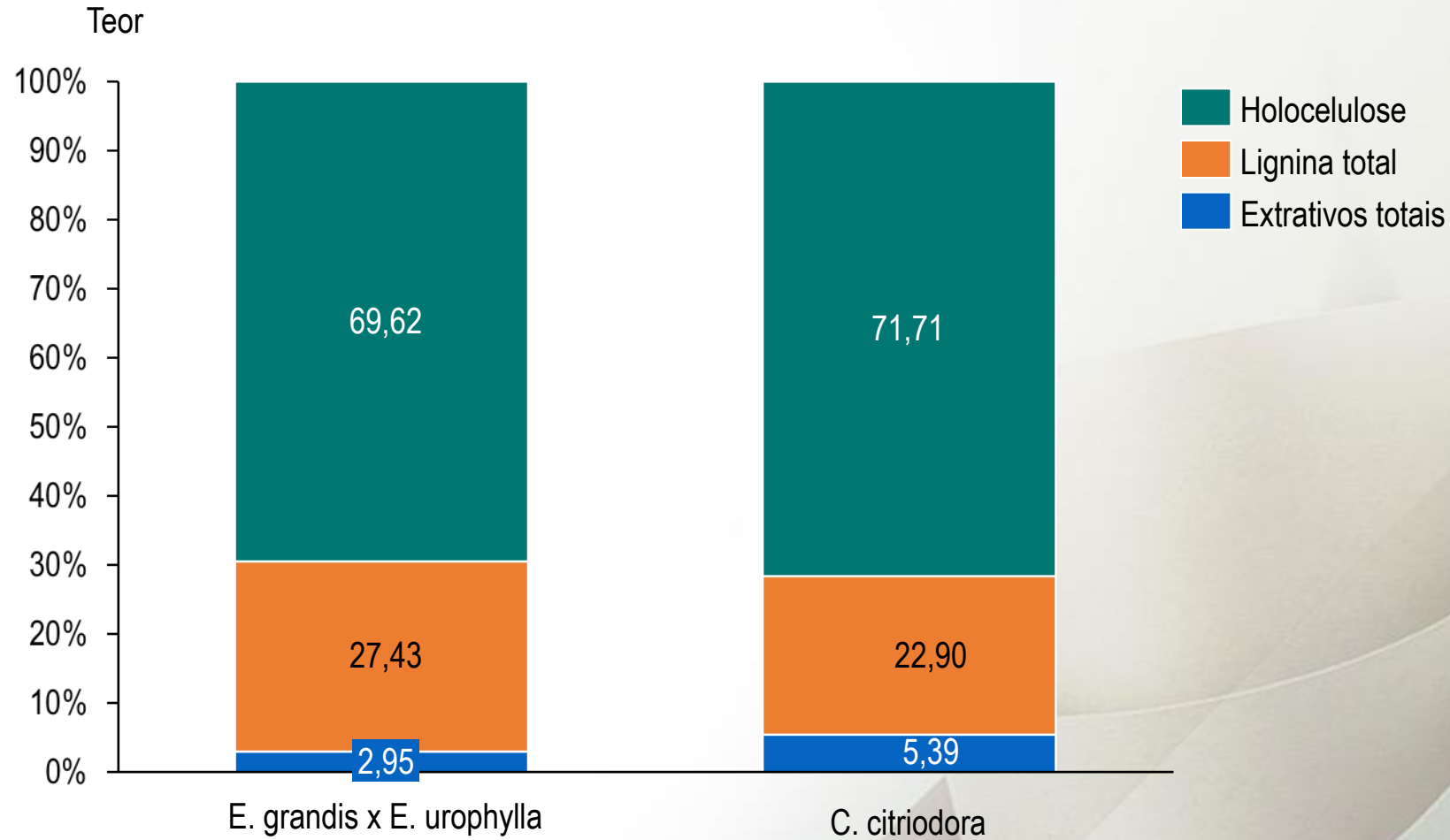


REALIZAÇÃO





COMPOSIÇÃO QUÍMICA

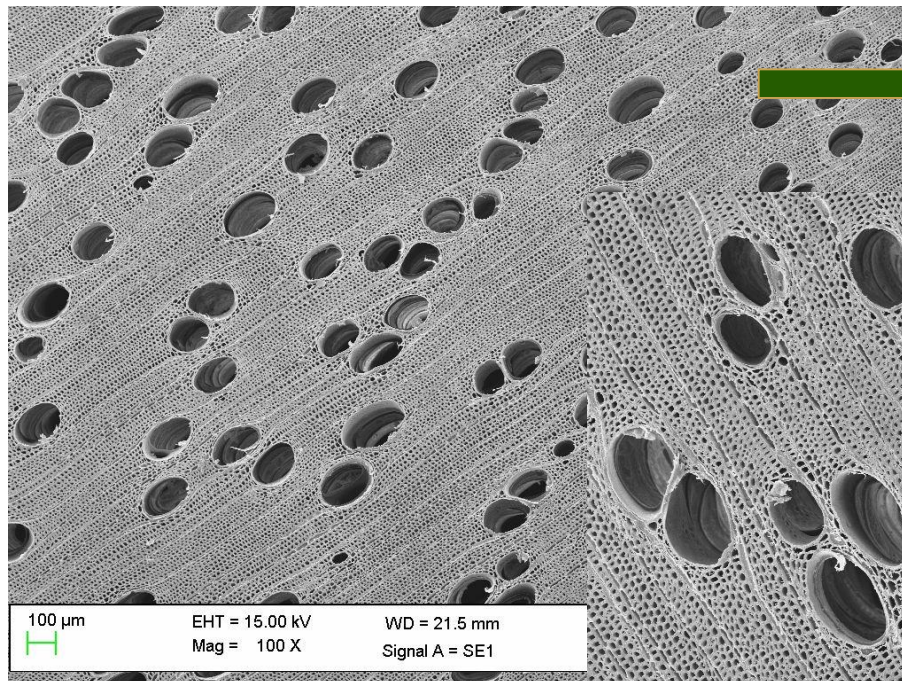


Microscopia Eletrônica de Varredura *E. grandis* x *E. urophylla*

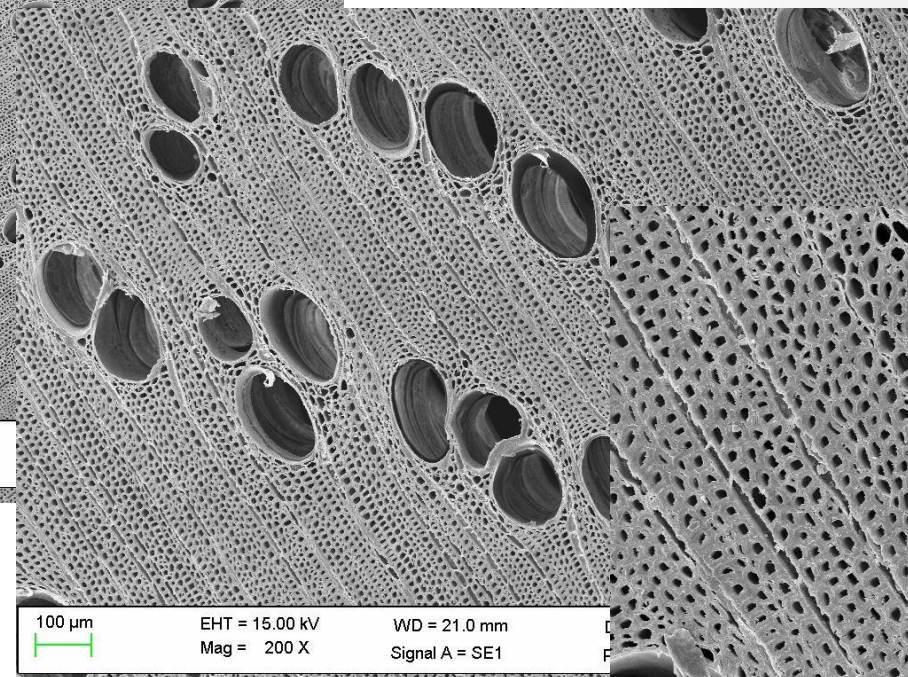


ABTCP
2018

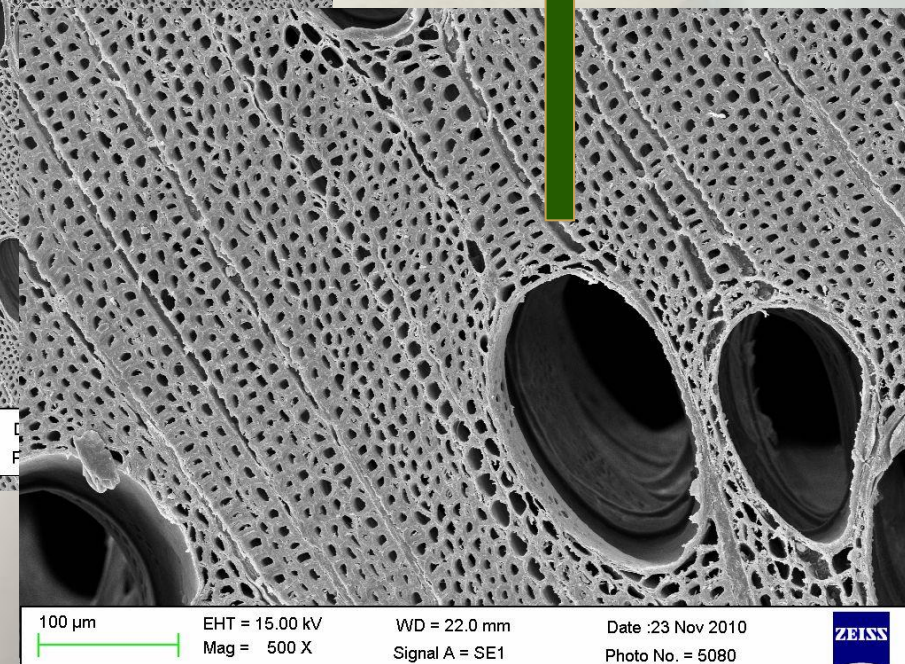
51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



Frequência de vasos típica de
madeira de *Eucalyptus*



Fibras com perfil transversal
típico de madeira de *Eucalyptus*



CORREALIZAÇÃO

REALIZAÇÃO



ESTRUTURA ANATÔMICA TÍPICA DE MADEIRAS DE *Eucalyptus*
DESTINADA À PRODUÇÃO DE POLPA CELULÓSICA



100 µm

EHT = 15.00 kV
Mag = 500 X

WD = 22.0 mm
Signal A = SE1

Date :23 Nov 2010
Photo No. = 5080



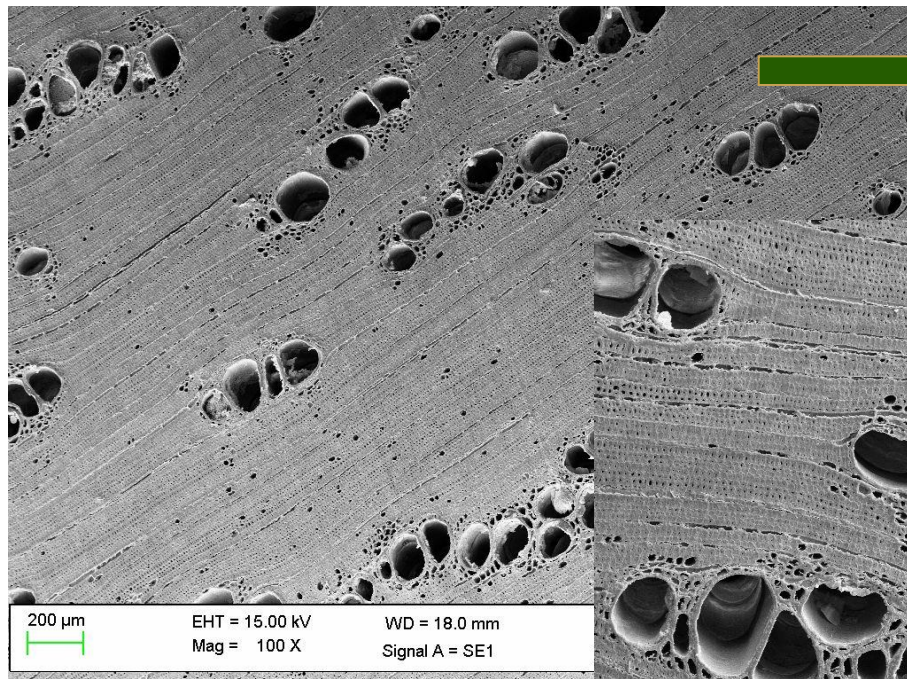
Microscopia Eletrônica de Varredura

Corymbia citriodora



ABTCP
2018

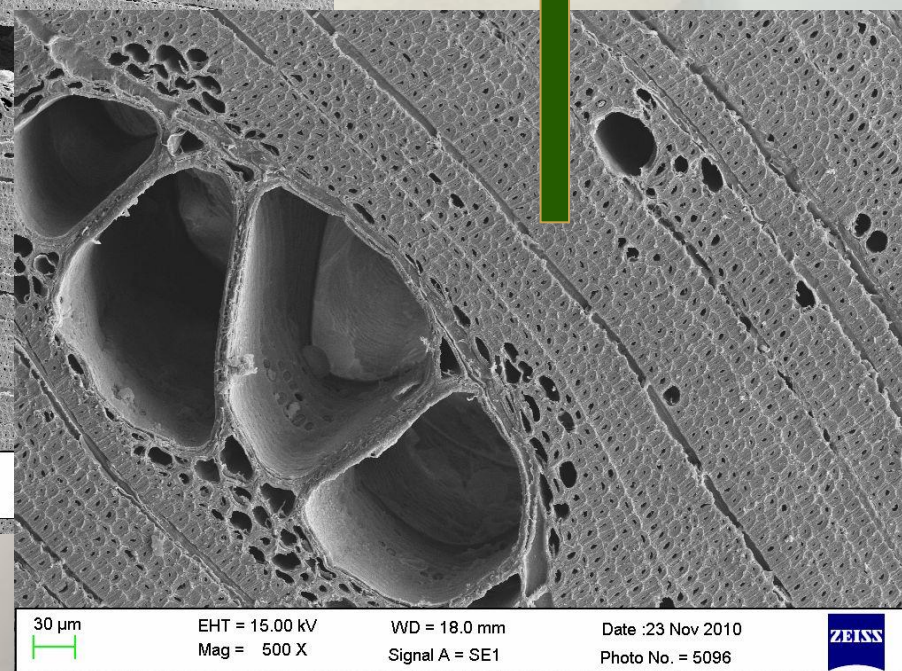
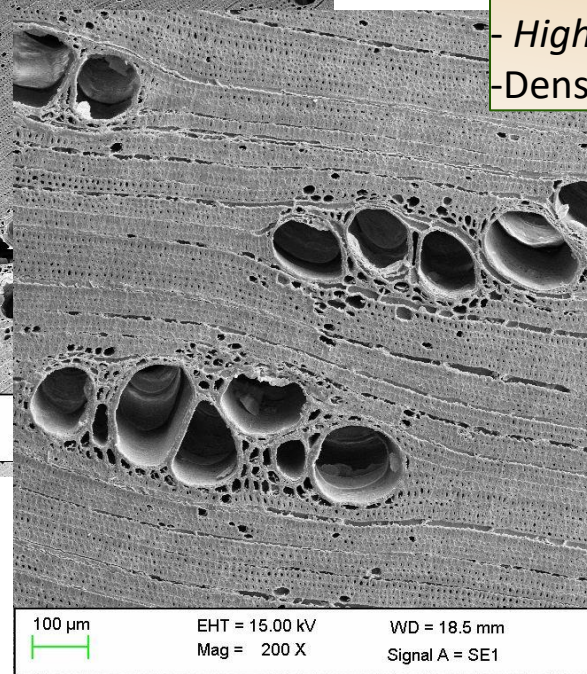
51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



Frequência de vasos relativamente menor que madeiras de *Eucalyptus* típicas para produção de polpa celulósica

Fibras com elevada fração parede:

- High bulk pulp
- Densidade elevada → baixo consumo específico



CORREALIZAÇÃO

REALIZAÇÃO



MATÉRIA-PRIMA DIFERENCIADA → SUPERIOR
Pode representar diferencial competitivo

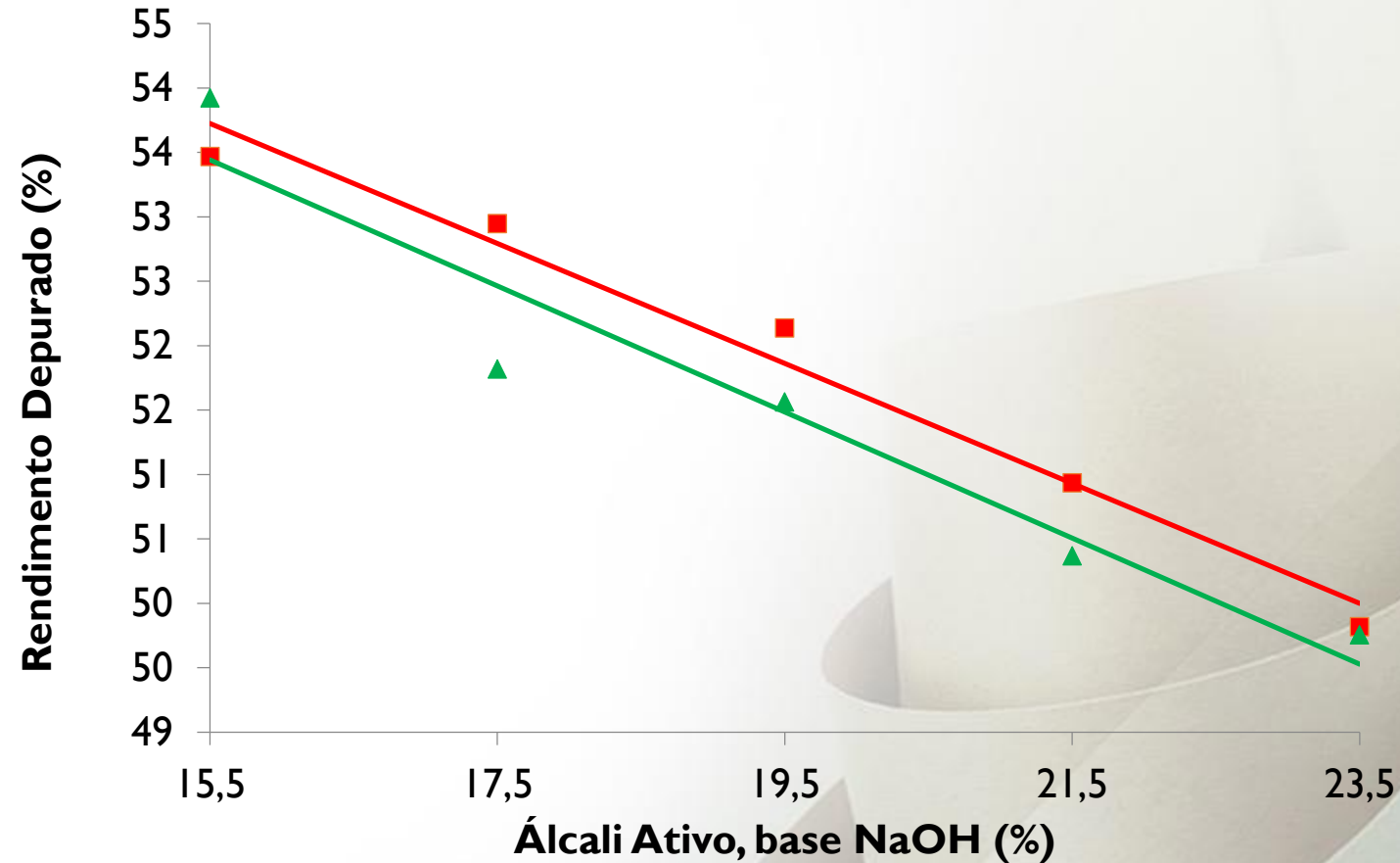
COZIMENTOS

Rendimento Depurado



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



■ E. grandis x E. urohylla

▲ C. citriodora

COZIMENTOS

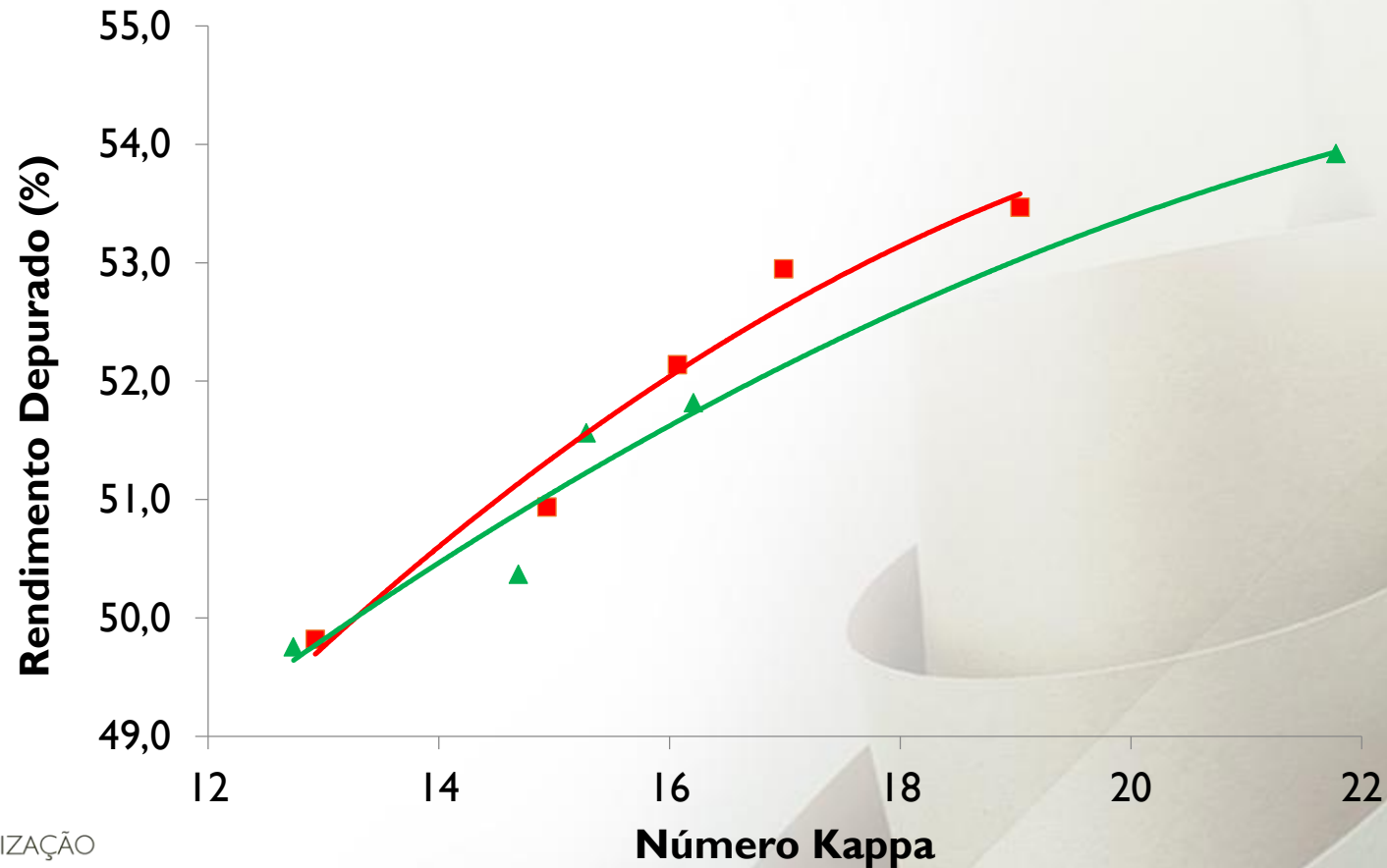
kappa x Rendimento depurado



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018 X CONGRESO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



■ E. grandis x E. urohylla

▲ C. citriodora

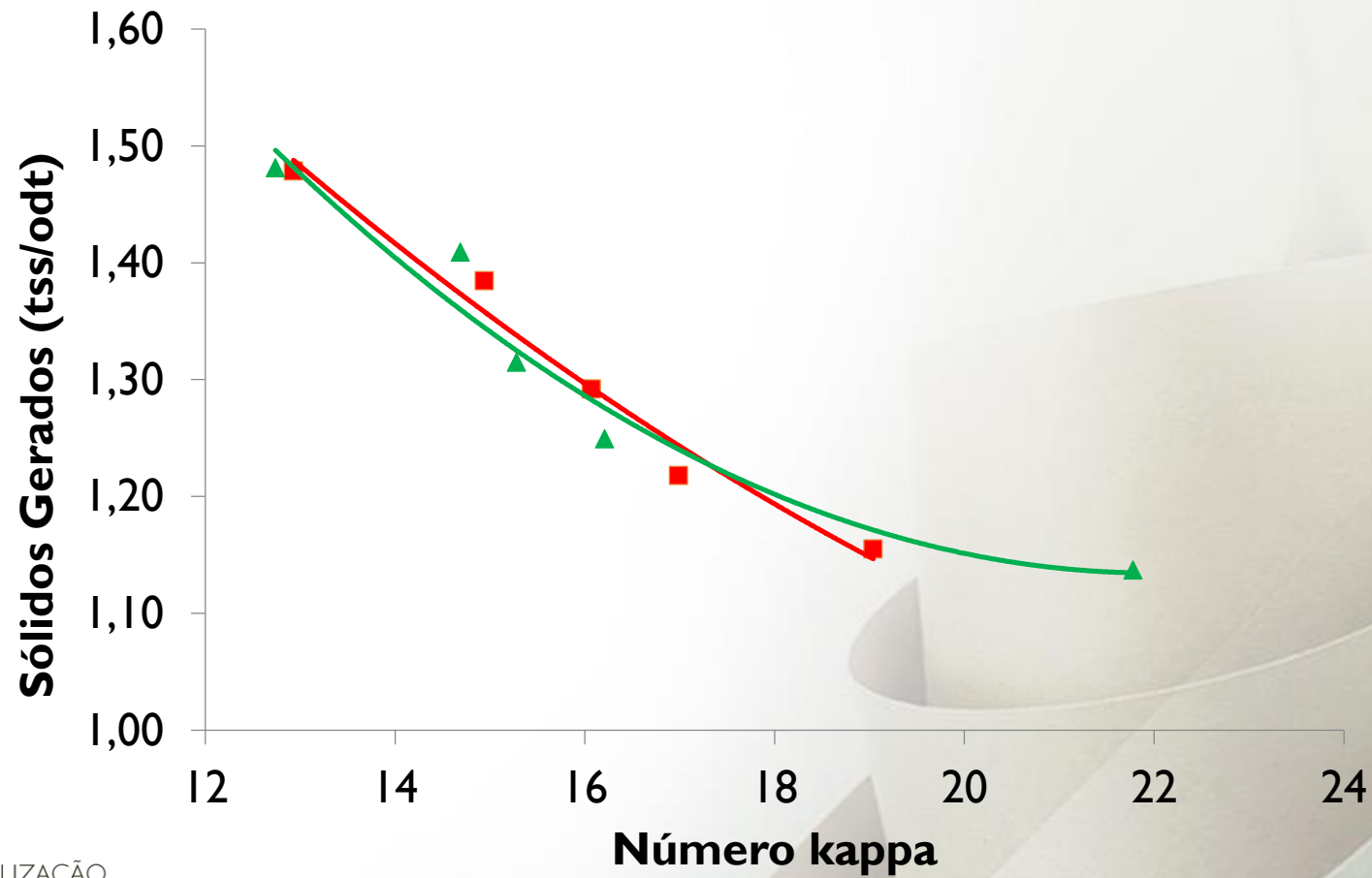
COZIMENTOS Sólidos gerados



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018
X CONGRESO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



■ E. grandis x E. urohylla

▲ C. citriodora

COZIMENTOS

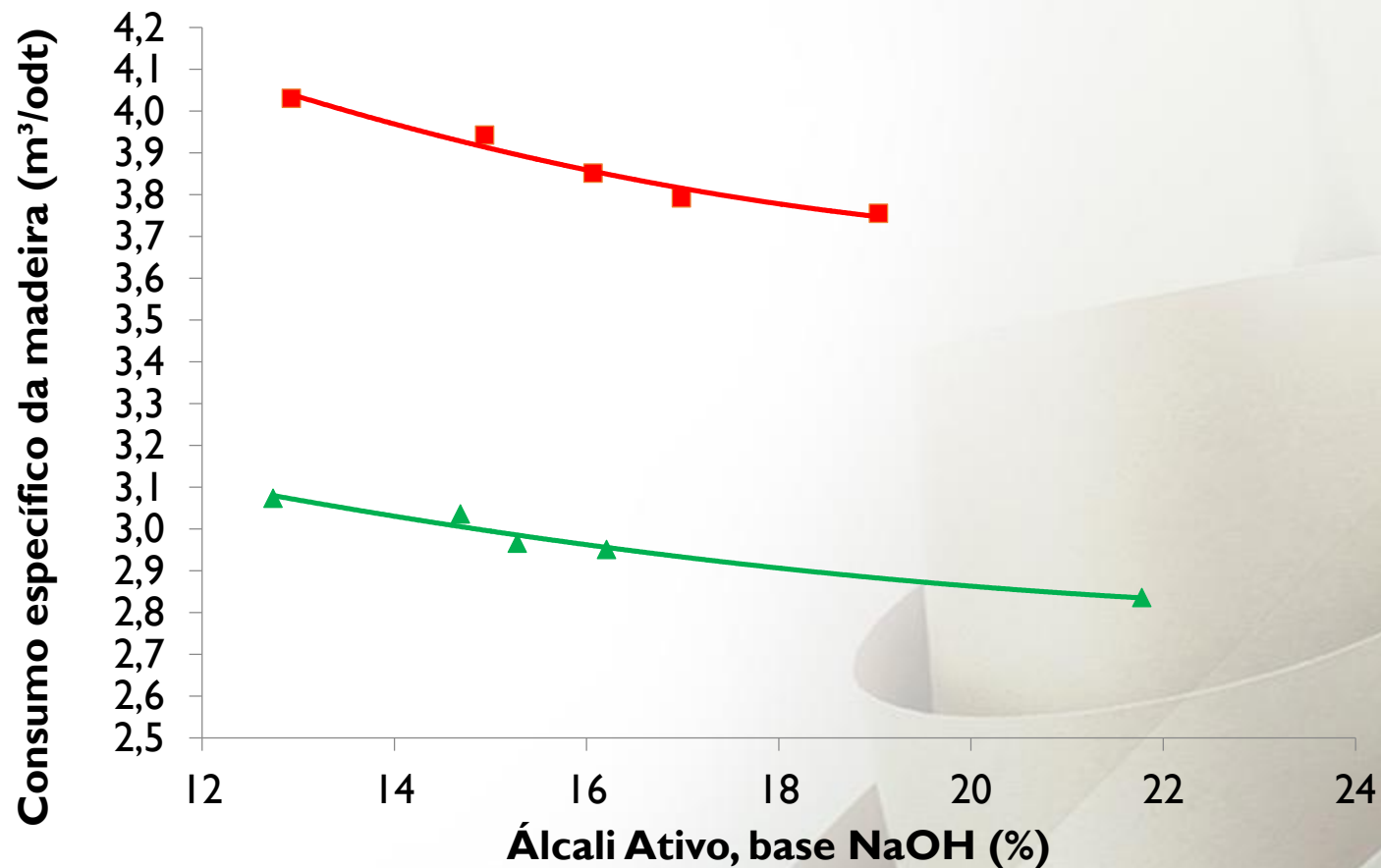
Consumo específico de madeira



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018
X CONGRESO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



■ E. grandis x E. urohylla

▲ C. citriodora

COZIMENTOS MODIFICADOS

Resultados



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



Amostra	AA [%]	AAR [g/L]	RB	REJ [%]	RD	Kappa	Sól. gerados tss/odt	CEm m ³ /odt
<i>E. grandis x E. urophylla</i>	17,5	10,1	54,9	0,0	54,9	18,5	1,14	3,29
<i>C. citriodora</i>	18,5	7,7	54,7	0,1	54,6	17,7	1,17	2,52

AA: Álcali ativo, base NaOH

AAR: Álcali ativo residual, NaOH

RB: Rendimento bruto

REJ: Rejeitos

RD: Rendimento depurado

CEm: Consumo Específico da madeira

CORREALIZAÇÃO

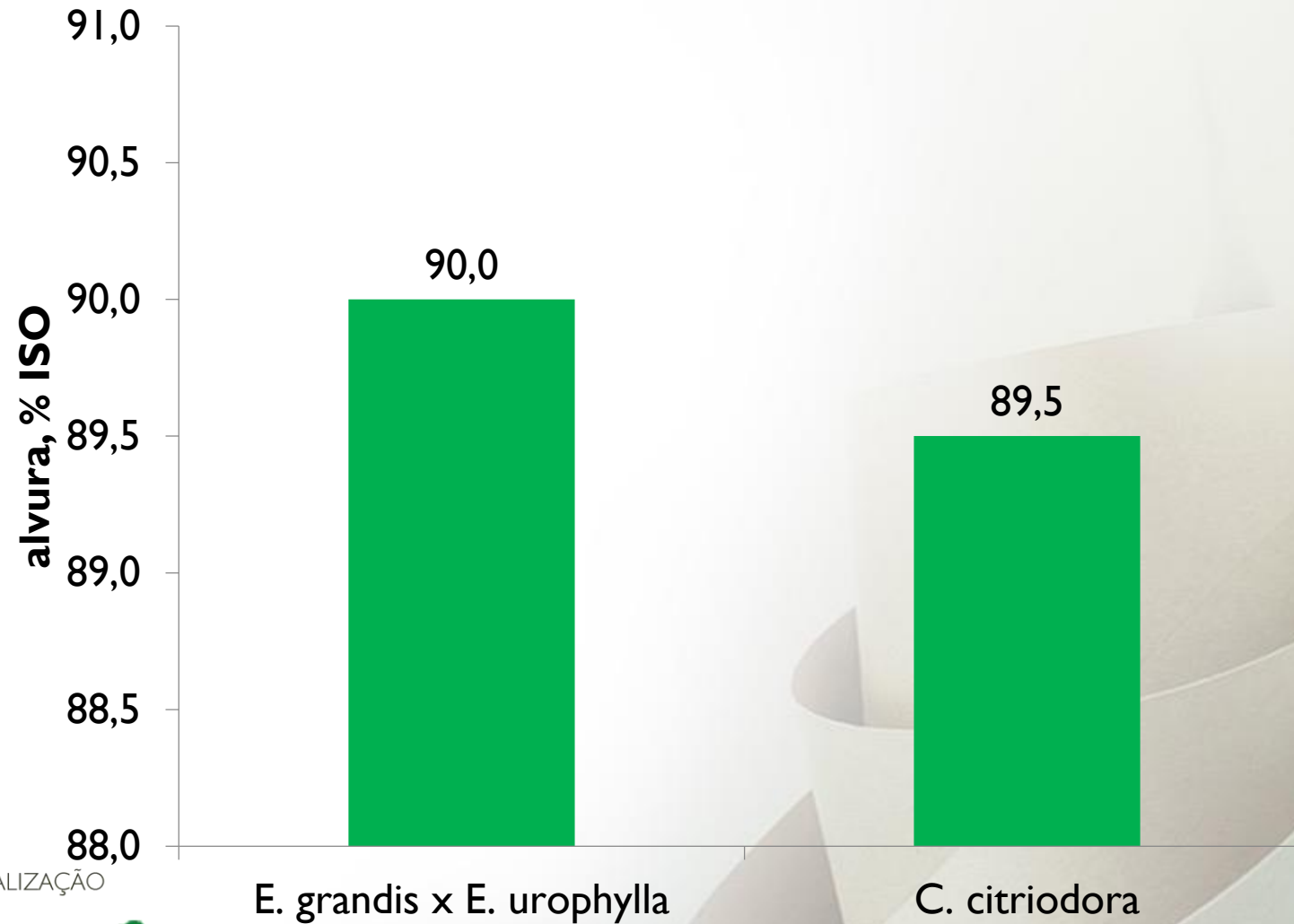


REALIZAÇÃO





ALVURA FINAL



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



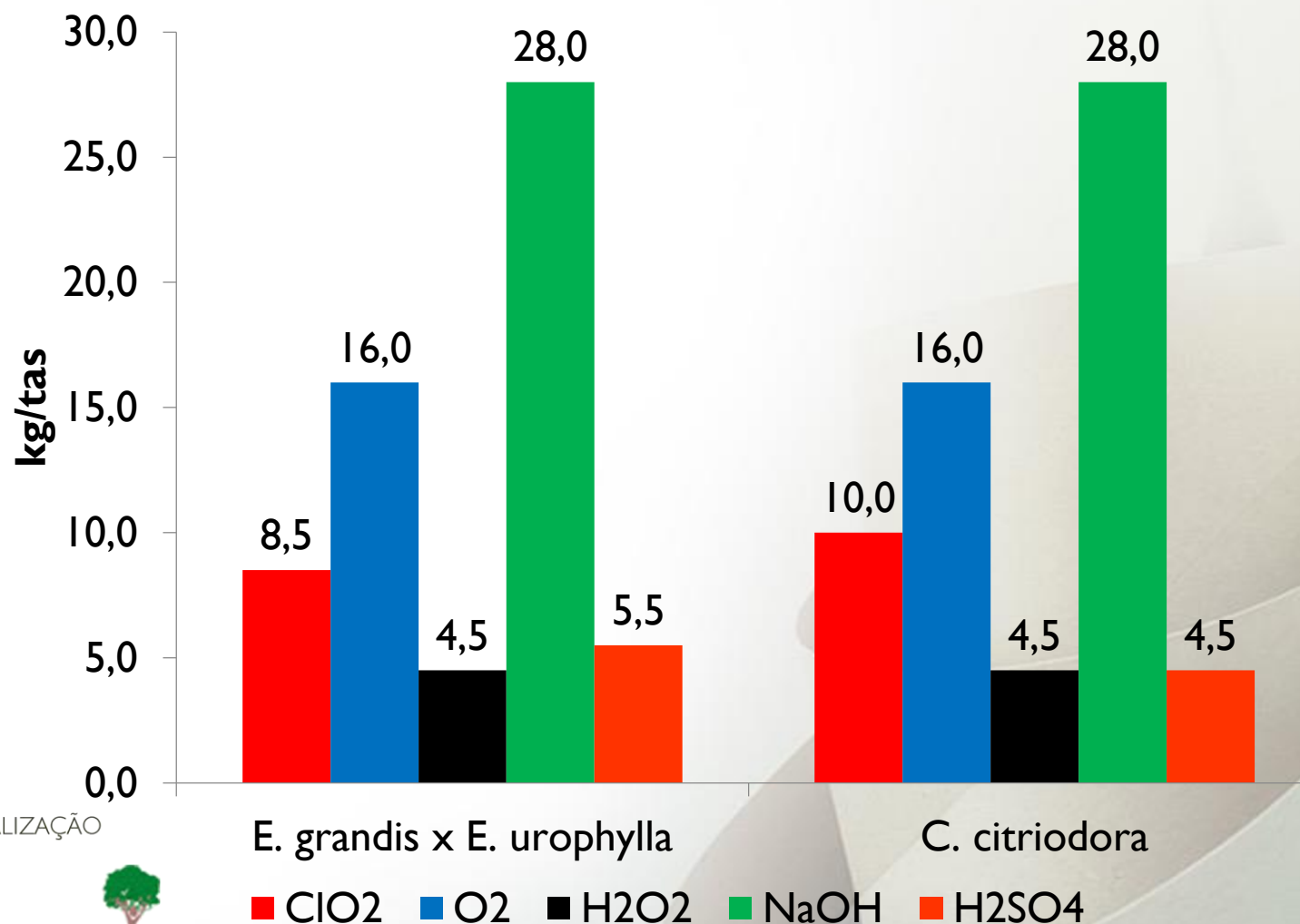
BRANQUEAMENTO

Consumo de reagentes químicos



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO

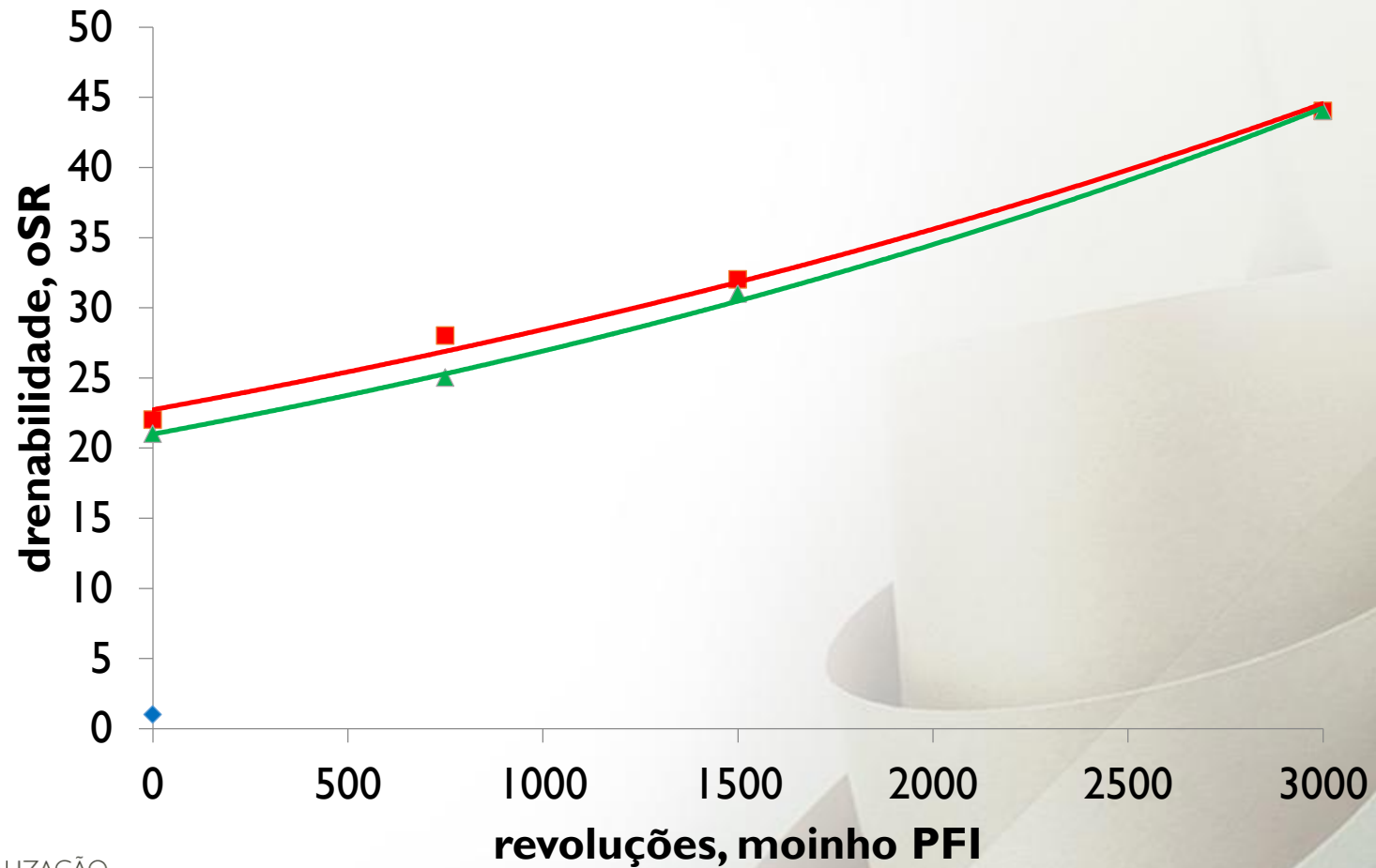


DRENABILIDADE



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



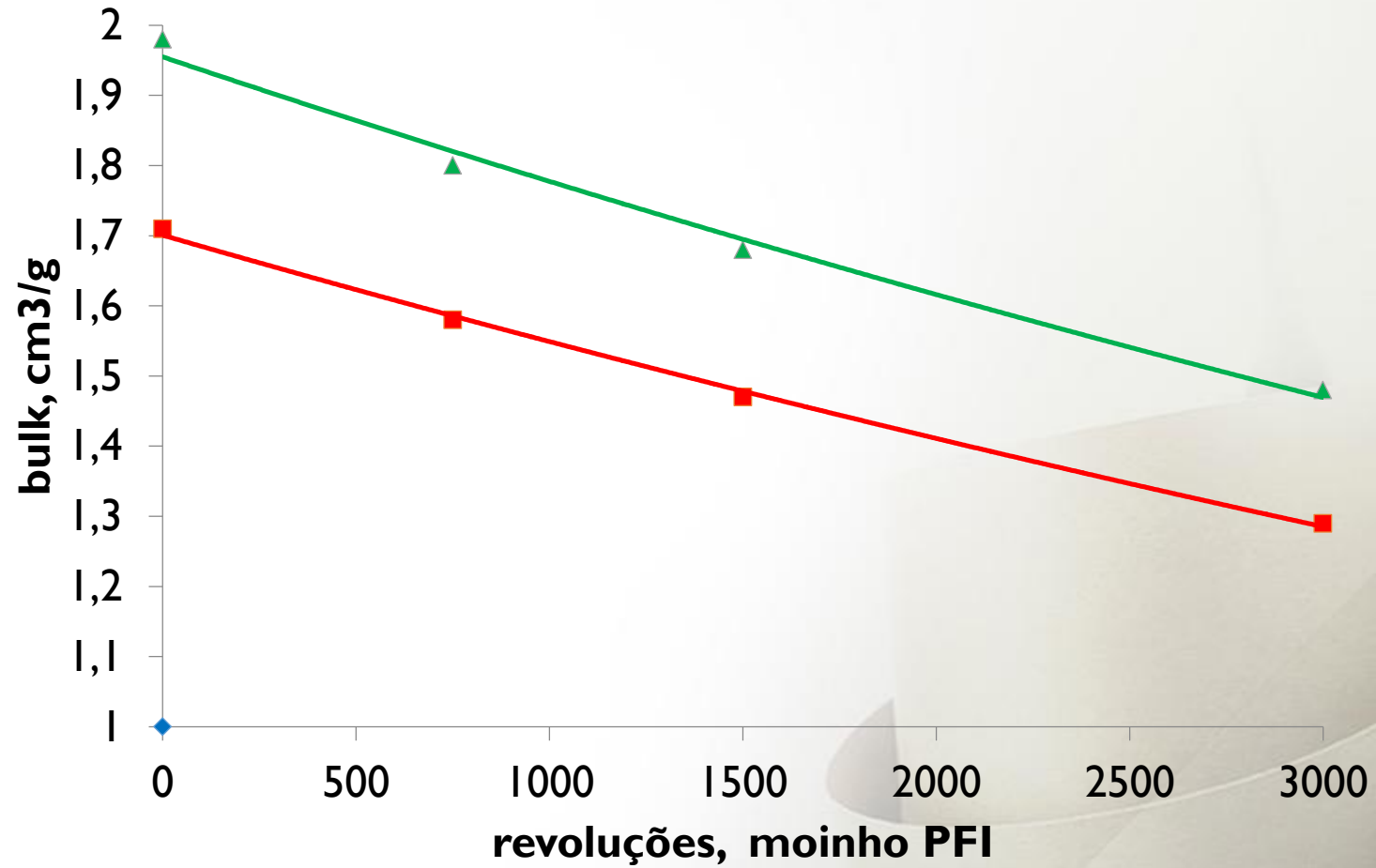
■ E. grandis x E. urophylla ▲ C. citriodora

BULK



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



■ *E. grandis x E. urophylla* ▲ *C. citriodora*

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



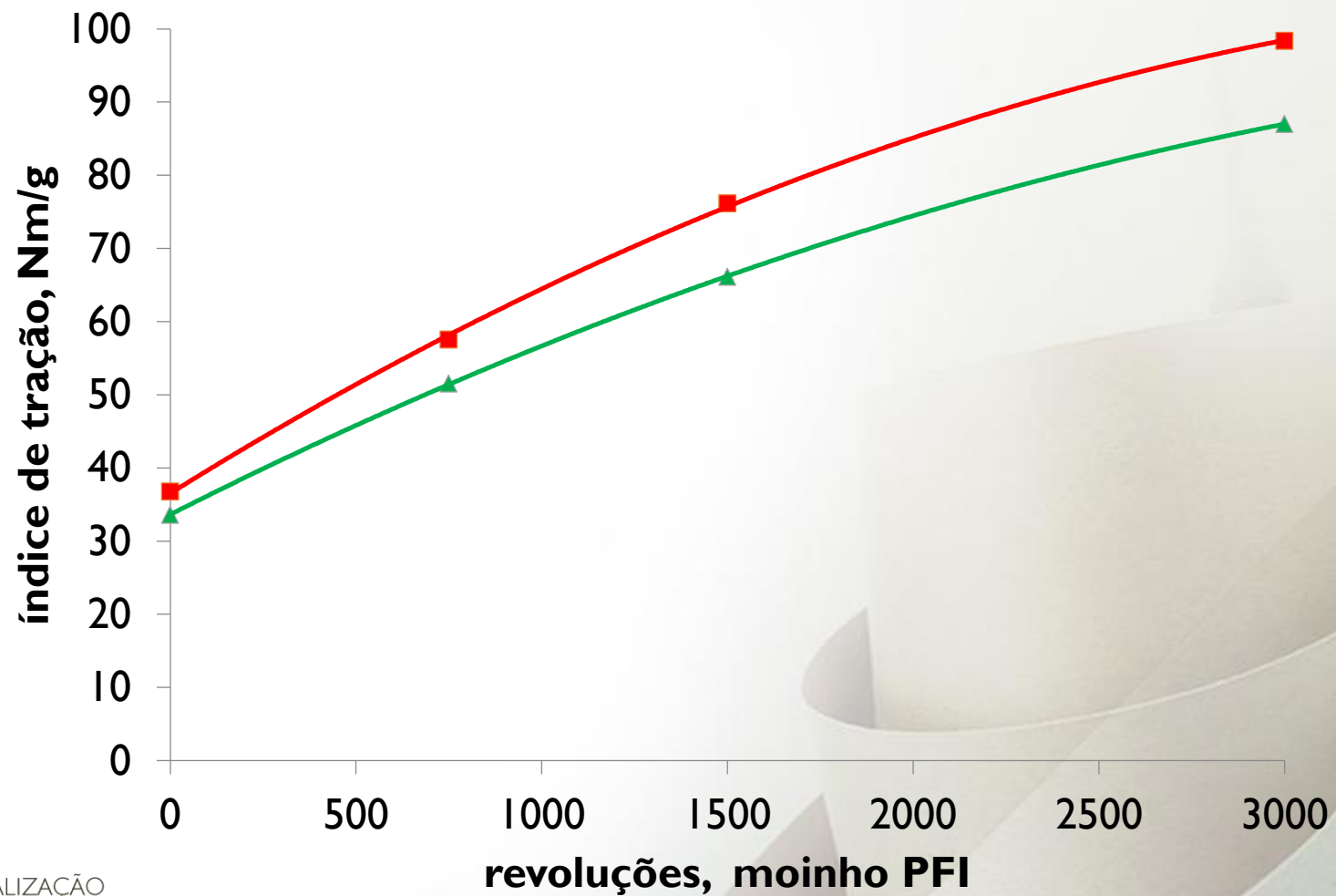
ÍNDICE DE TRAÇÃO



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018
X CONGRESO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



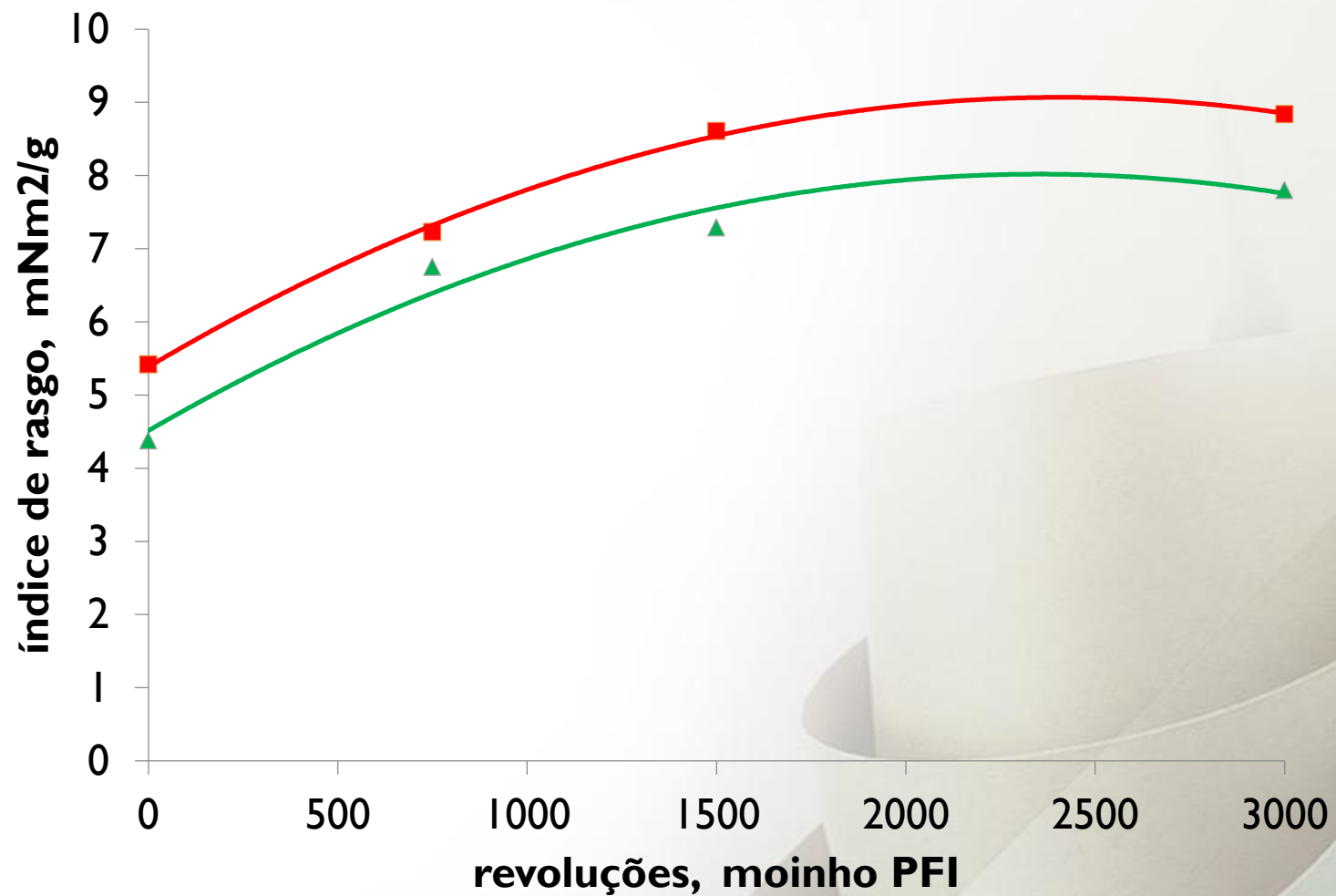
ÍNDICE DE RASGO



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018
X CONGRESSO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO

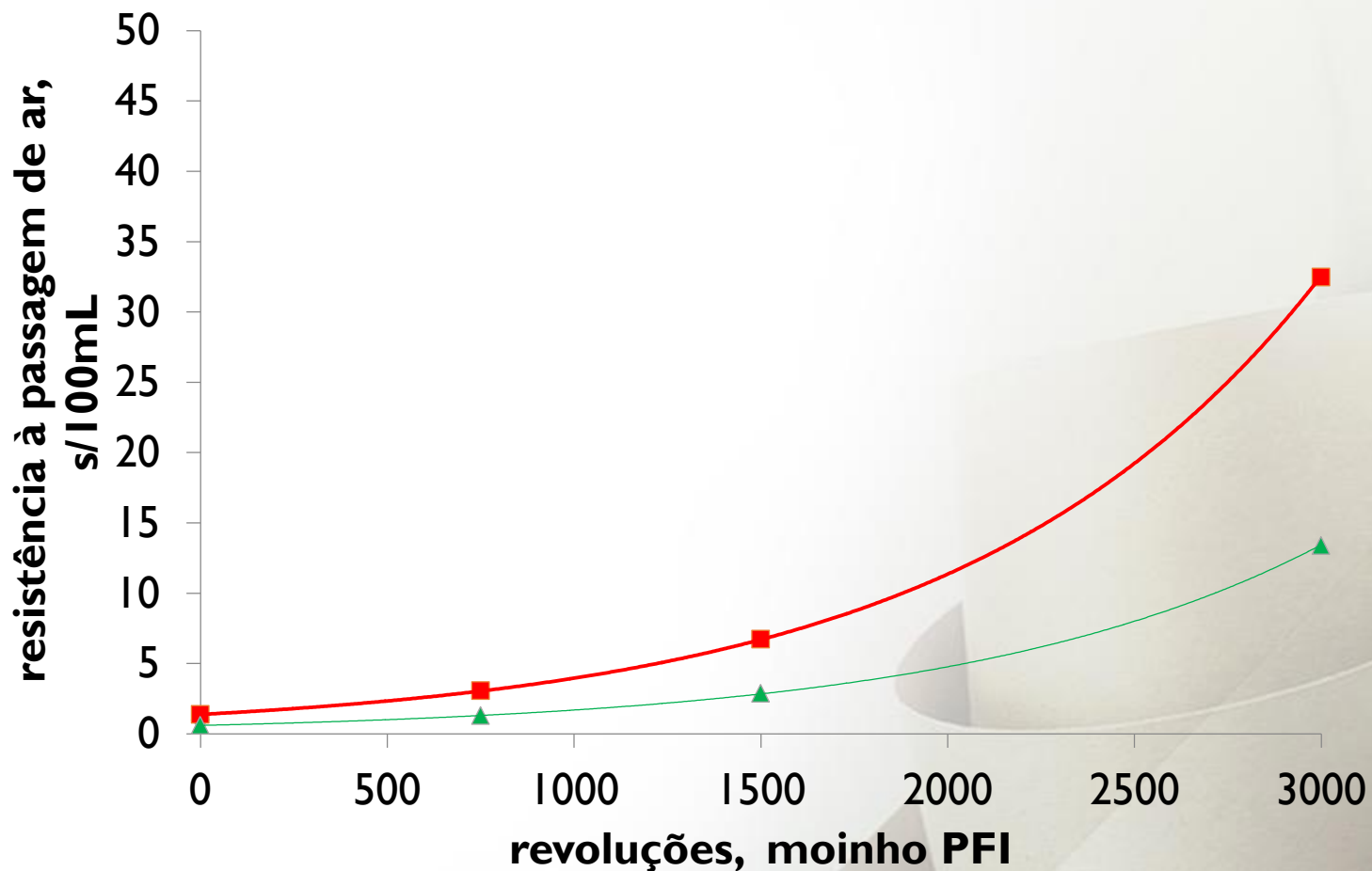


RESISTÊNCIA À PASSAGEM DE AR



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



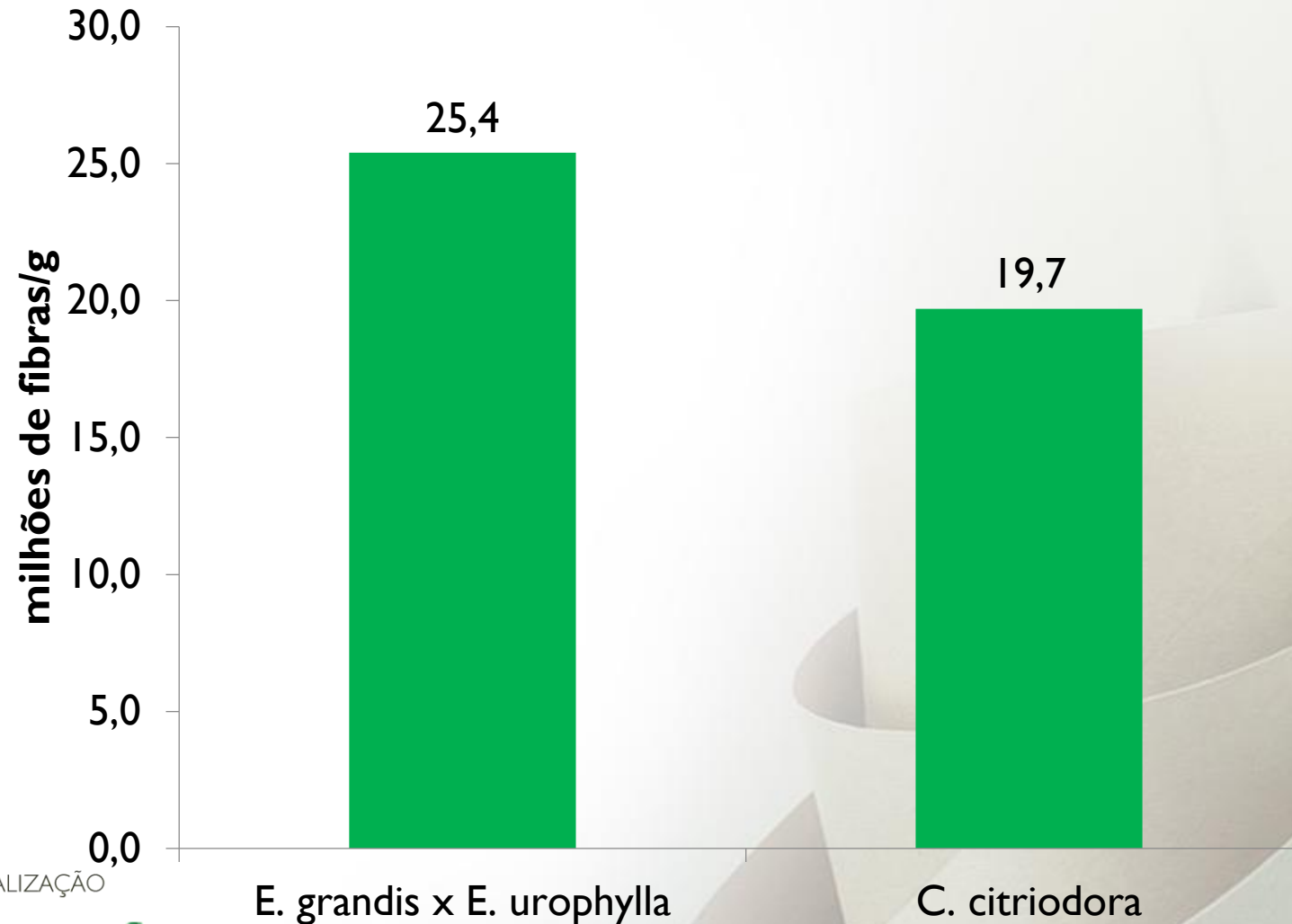
REALIZAÇÃO



■ E. grandis x E. urophylla ▲ C. citriodora



NÚMERO DE FIBRAS POR GRAMA



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



HÍBRIDOS

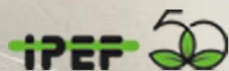
C. citriodora x C. torelliana



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

CORREALIZAÇÃO



2018
CIADICYP
X CONGRESSO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CALIDAD Y PAPEL 2018
X IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER QUALITY 2018

REALIZAÇÃO



C. citriodora & *C. torelliana*

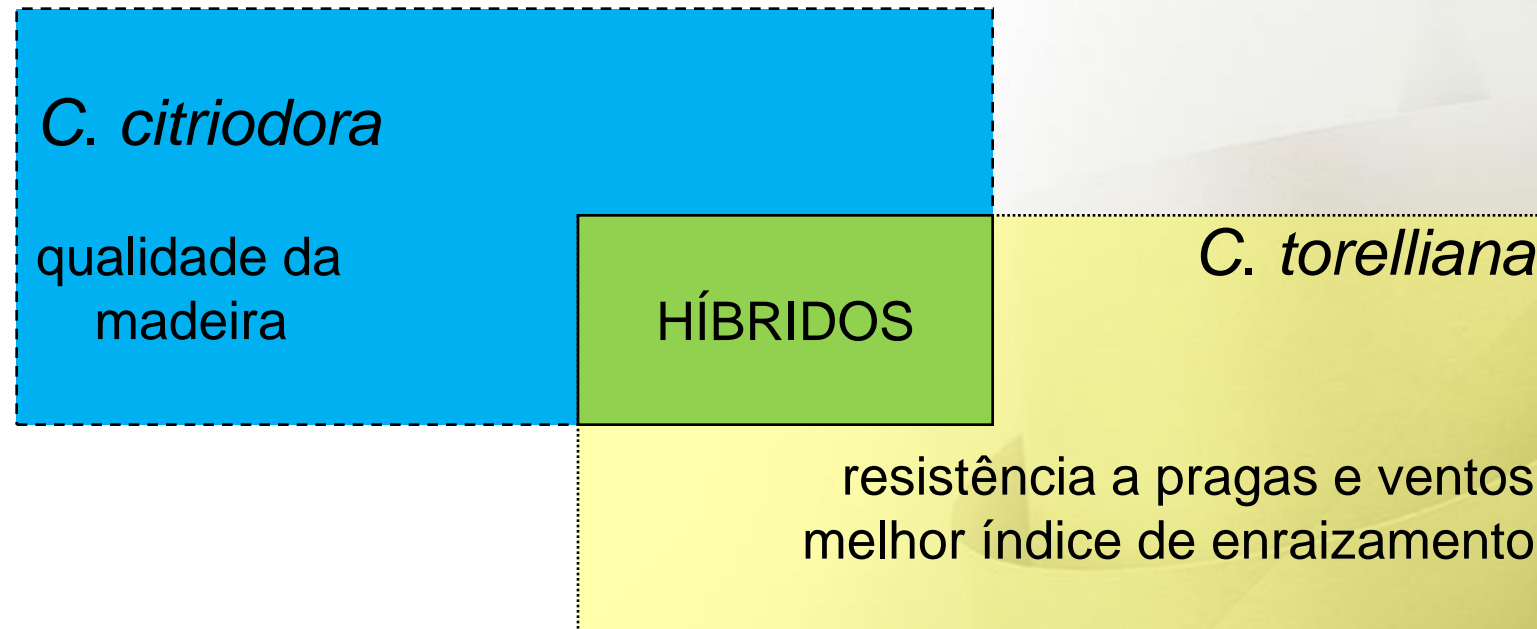


ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



- ✓ Hibridização: cruzamento de diferentes espécies com o objetivo de transferir ao híbrido determinadas características das espécies de origem



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



C. citriodora x C. torelliana



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



Espécie	Código	Idade
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>	URG	6 anos
<i>Corymbia citriodora</i>	CIT 01	8 anos
<i>Corymbia citriodora</i>	CIT 02	18 anos
<i>Corymbia torelliana</i>	TOR	15 anos
<i>Corymbia torelliana</i> x <i>Corymbia citriodora</i>	T x C 01	7 anos
<i>Corymbia torelliana</i> x <i>Corymbia citriodora</i>	T x C 02	7 anos
<i>Corymbia citriodora</i> x <i>Corymbia torelliana</i>	C x T 01	7 anos
<i>Corymbia citriodora</i> x <i>Corymbia torelliana</i>	C x T 02	7 anos

CORREALIZAÇÃO



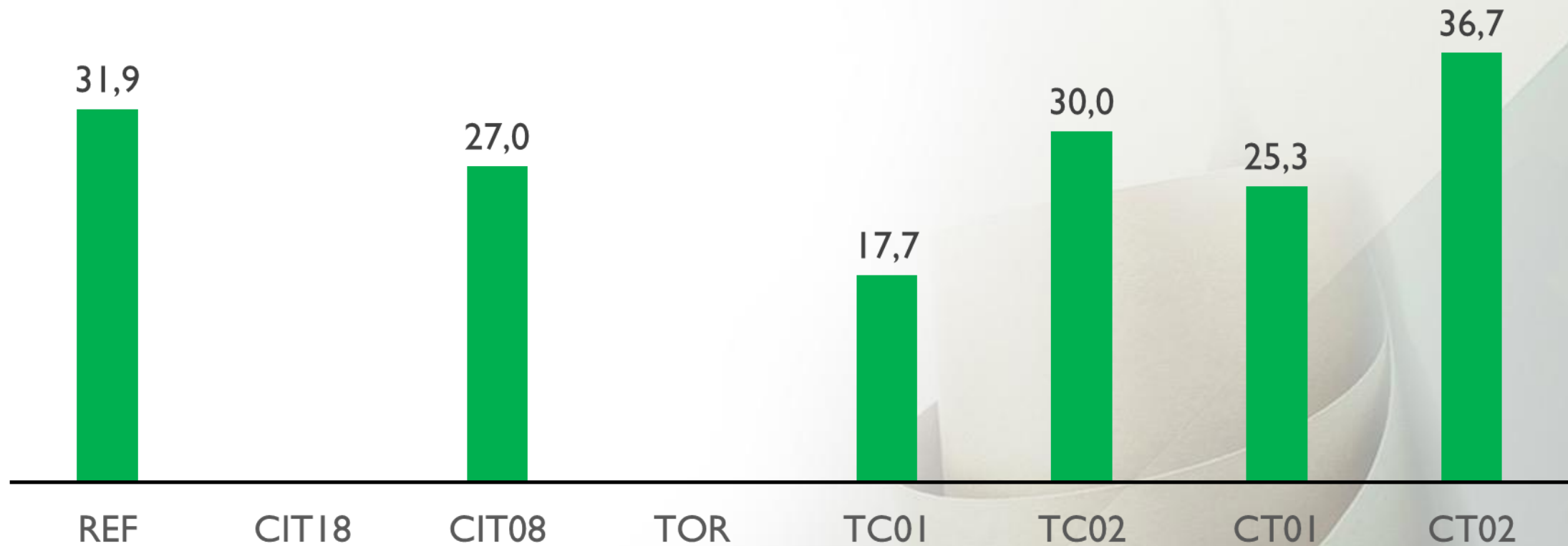


ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



IMA – c/c m³/ha/ano



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





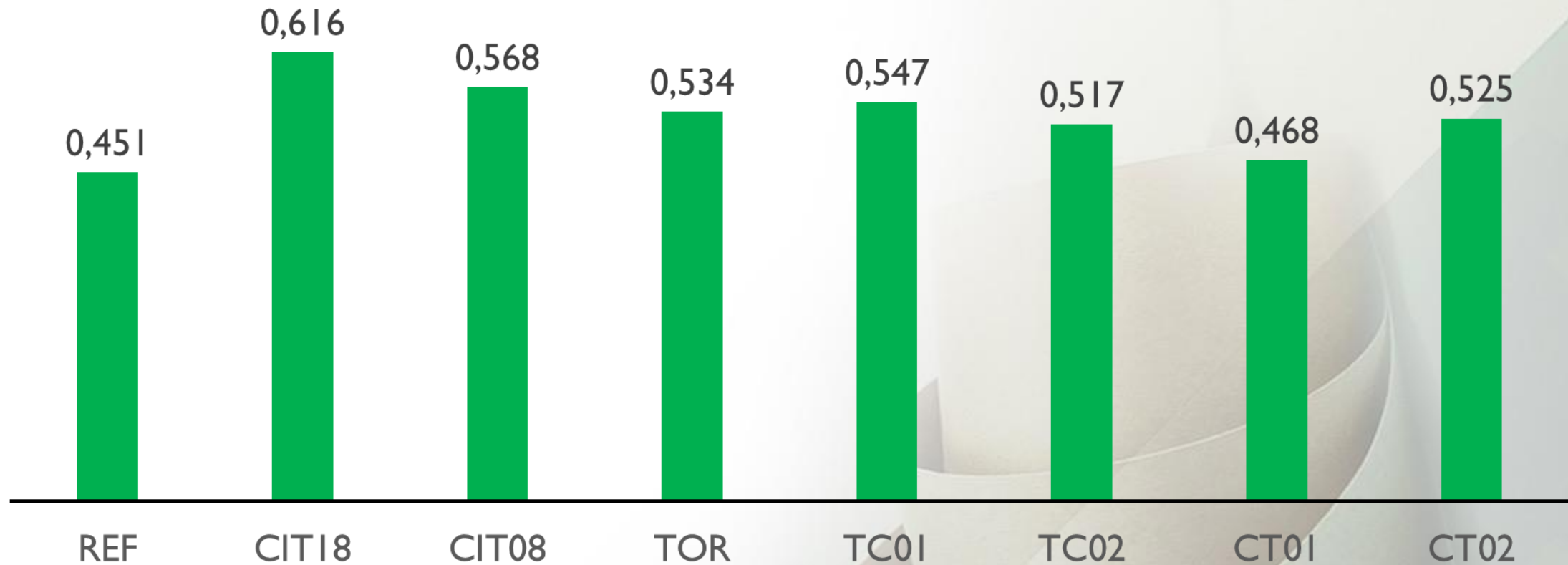
ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



DENSIDADE BÁSICA

g/cm³



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



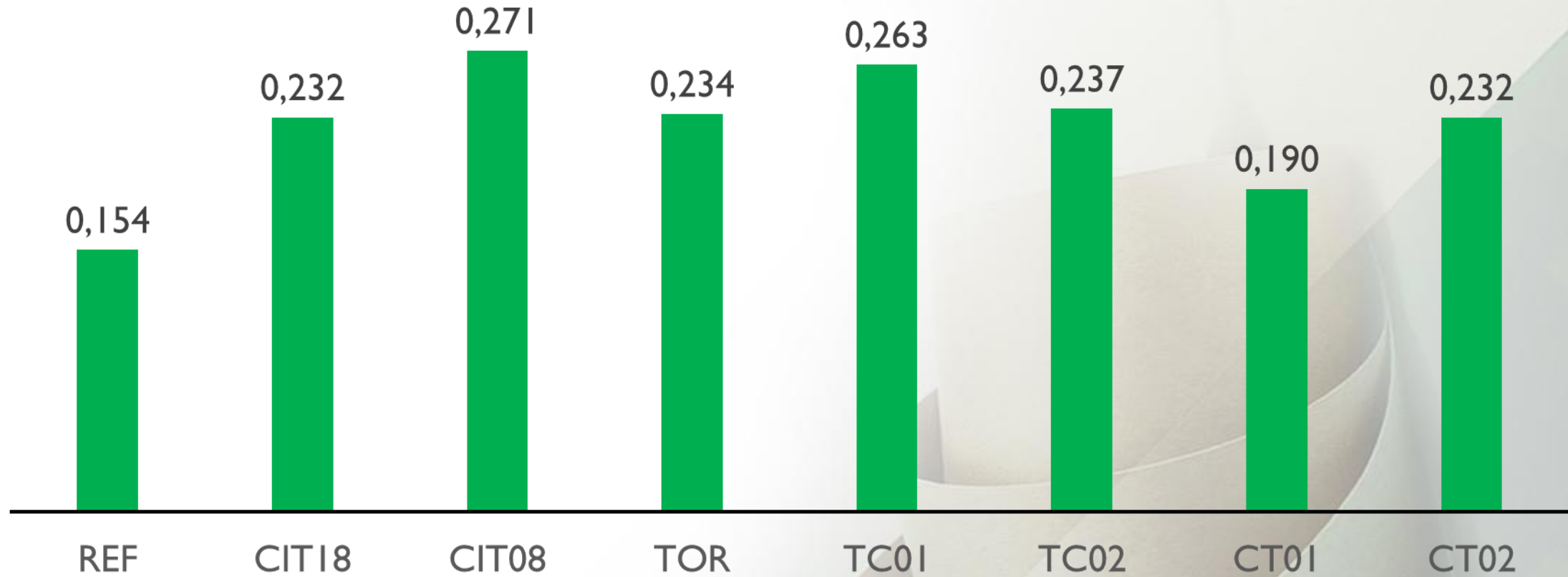


ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



DENSIDADE APARENTE g/cm³



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



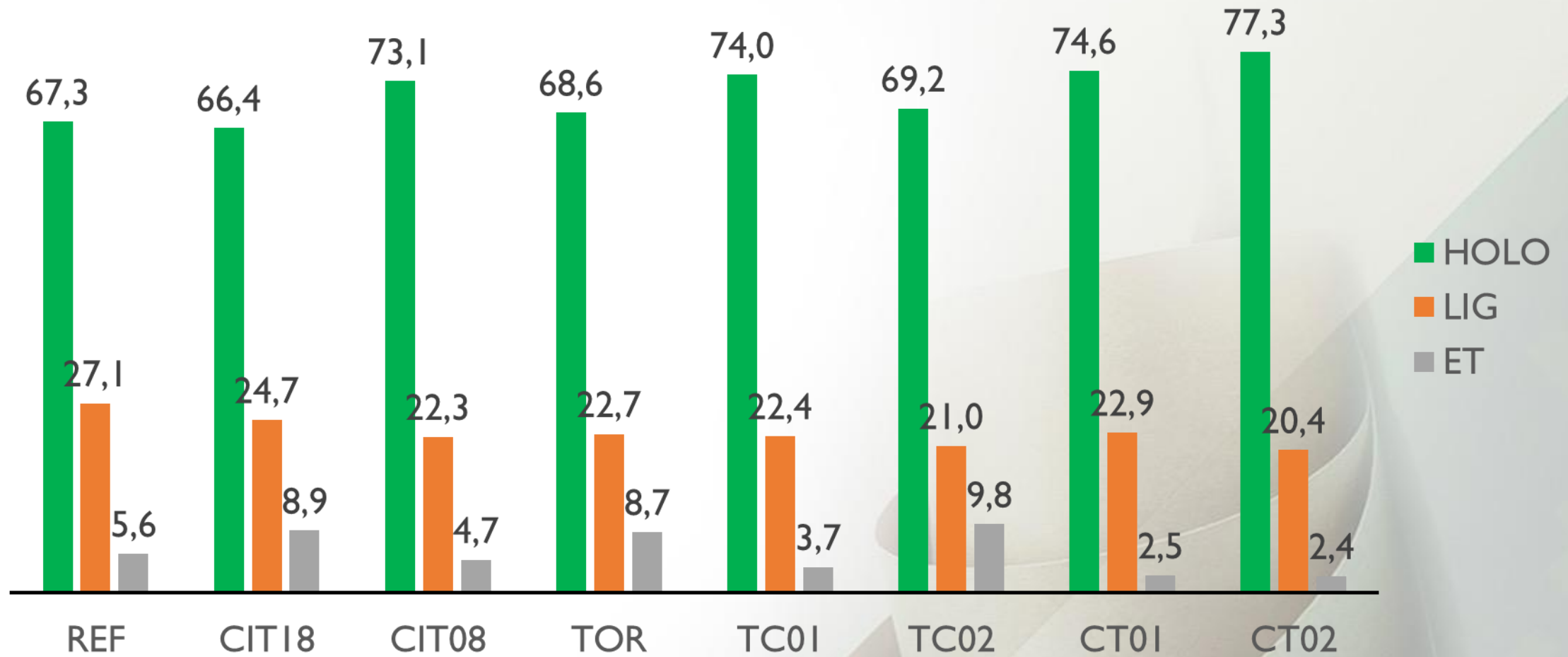
COMPOSIÇÃO QUÍMICA

%



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



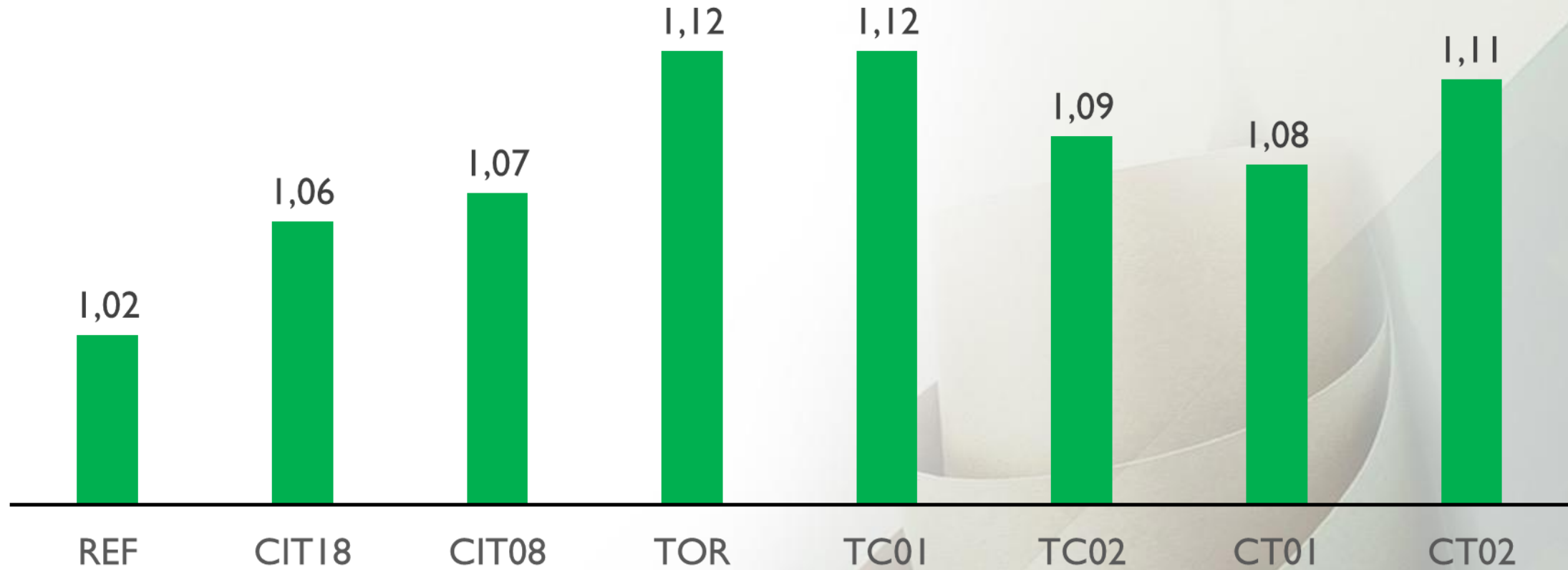


ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



COMPRIMENTO DE FIBRAS mm



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



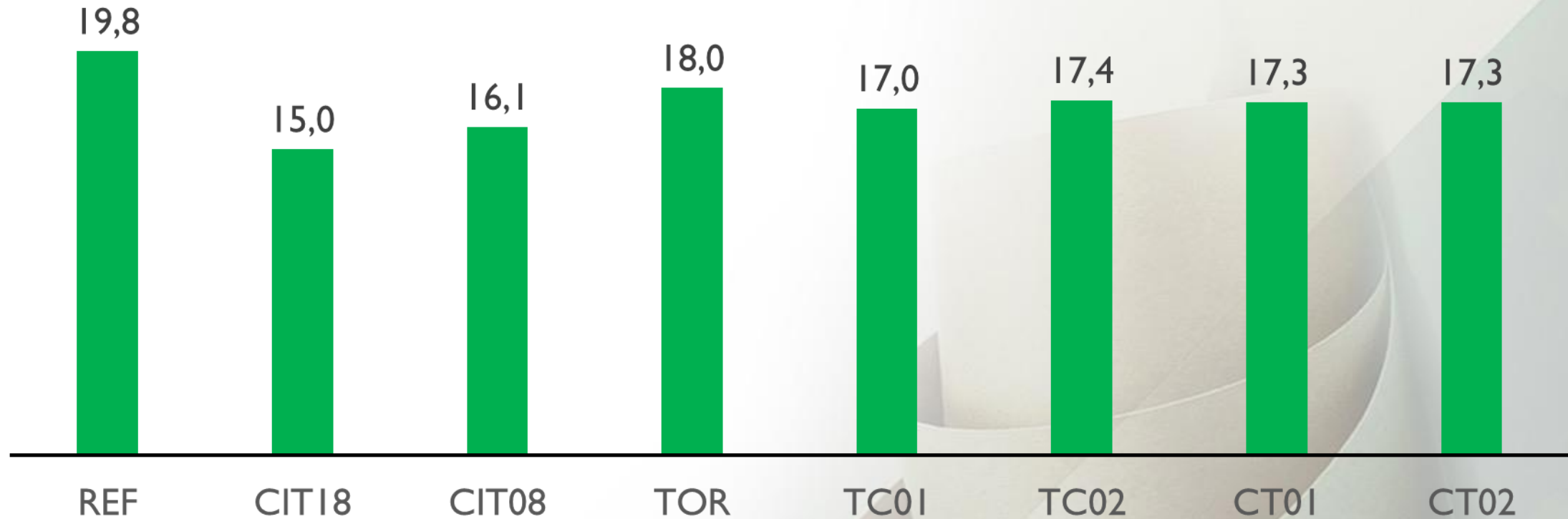


ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



LARGURA DE FIBRAS μm



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



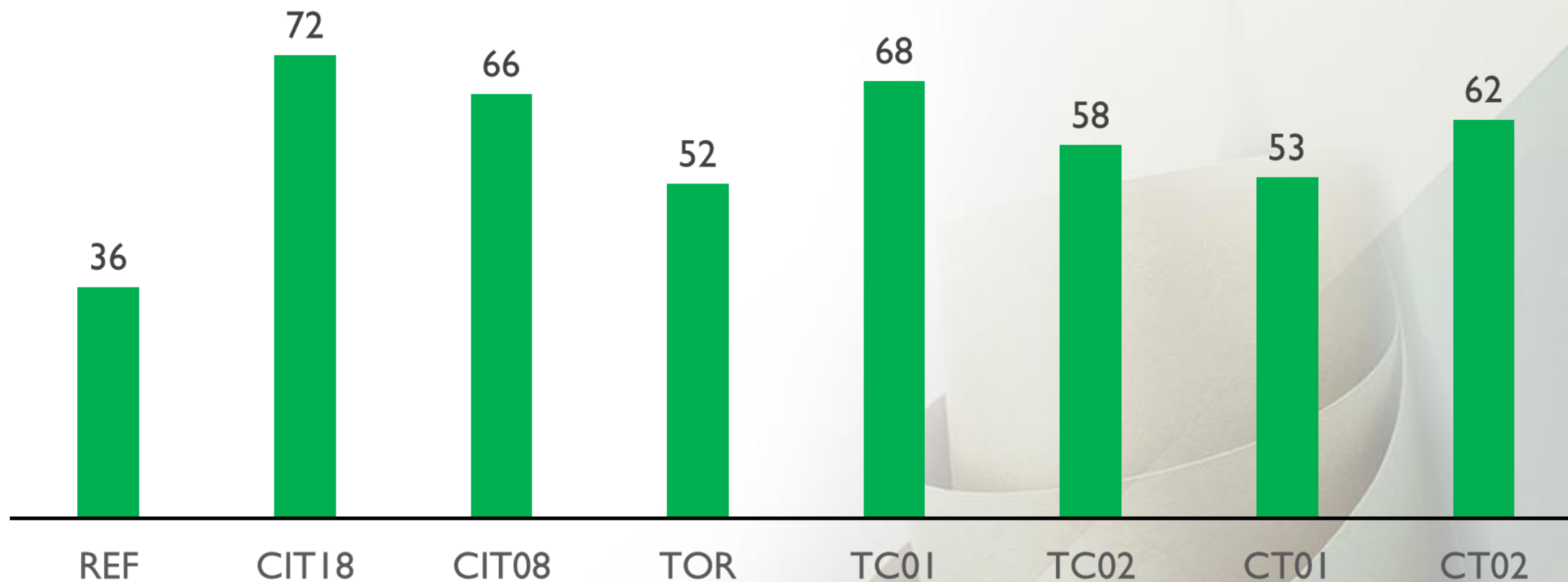
FRAÇÃO PAREDE %



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

2018 X CONGRESO IBEROAMERICANO
DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL 2018
CIADICYP
IBEROAMERICAN CONGRESS ON PULP AND PAPER RESEARCH 2018



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





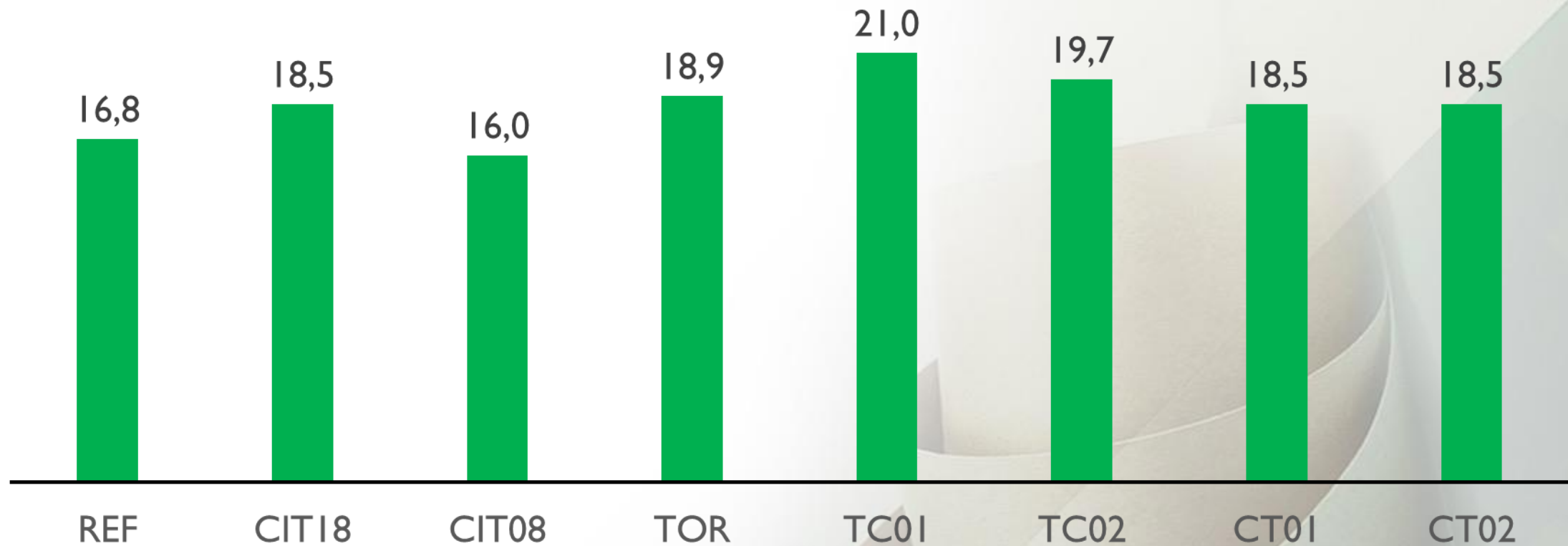
ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



COZIMENTOS MODIFICADOS

Álcali efetivo aplicado, %as NaOH



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





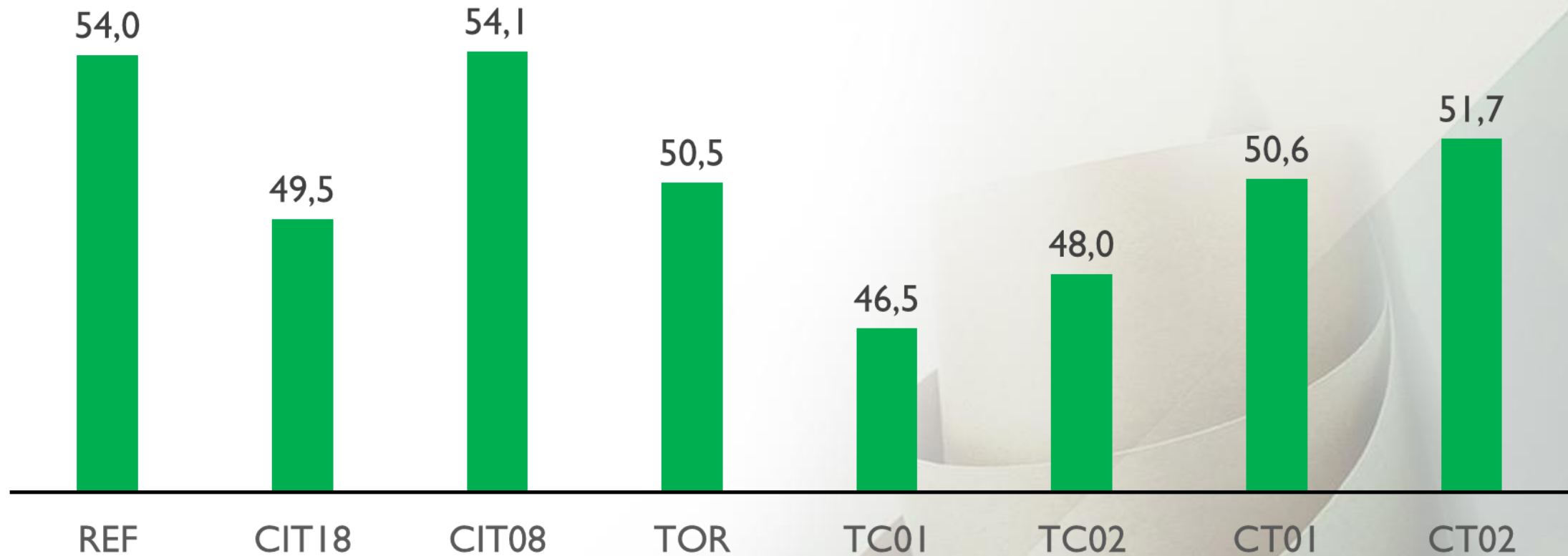
ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



COZIMENTOS MODIFICADOS

Rendimento depurado, %



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition

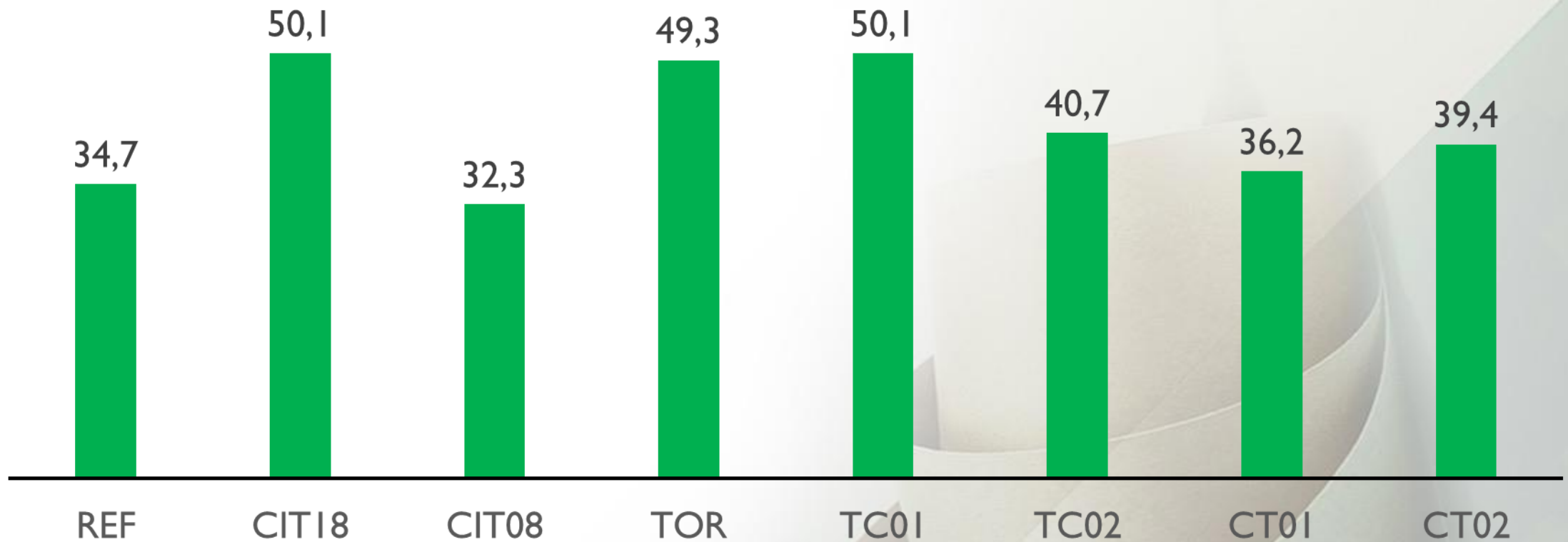


BRANQUEAMENTO

Cloro ativo total, kg/tsa

OO DA Ep D P

Alvura final: 89,5±0,5% ISO



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





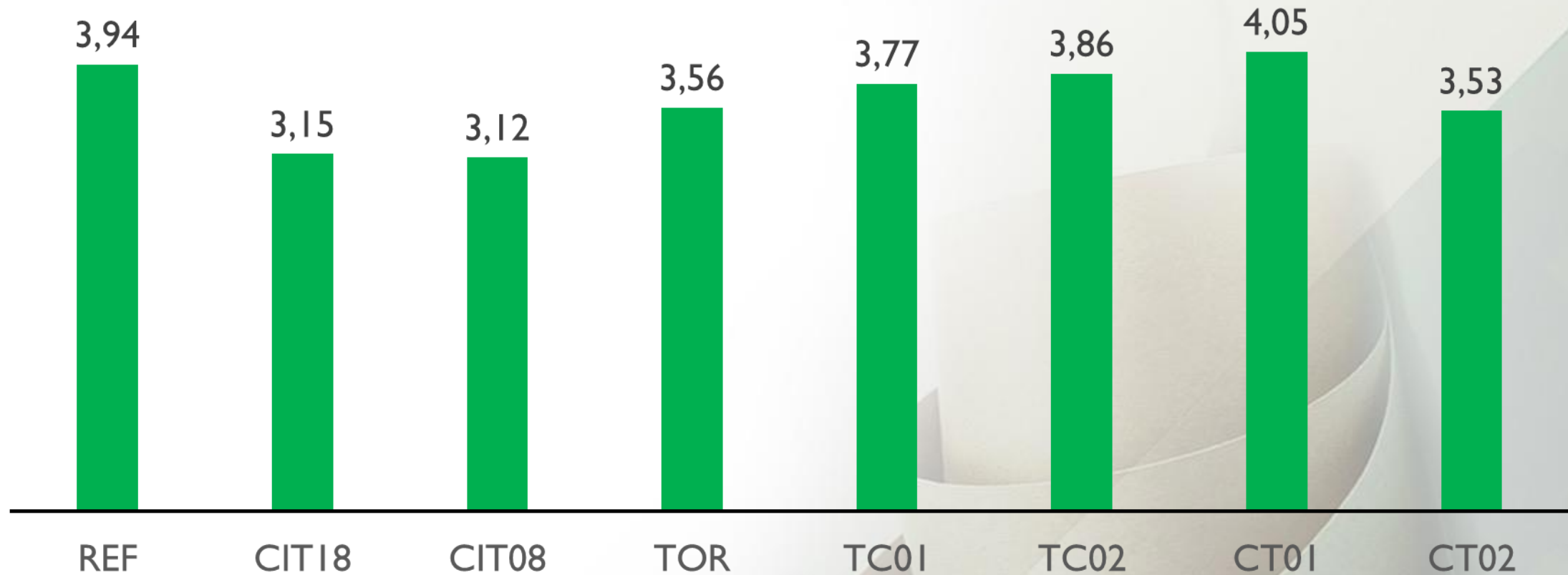
ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CONSUMO ESPECÍFICO DE MADEIRA

m³/tsa



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



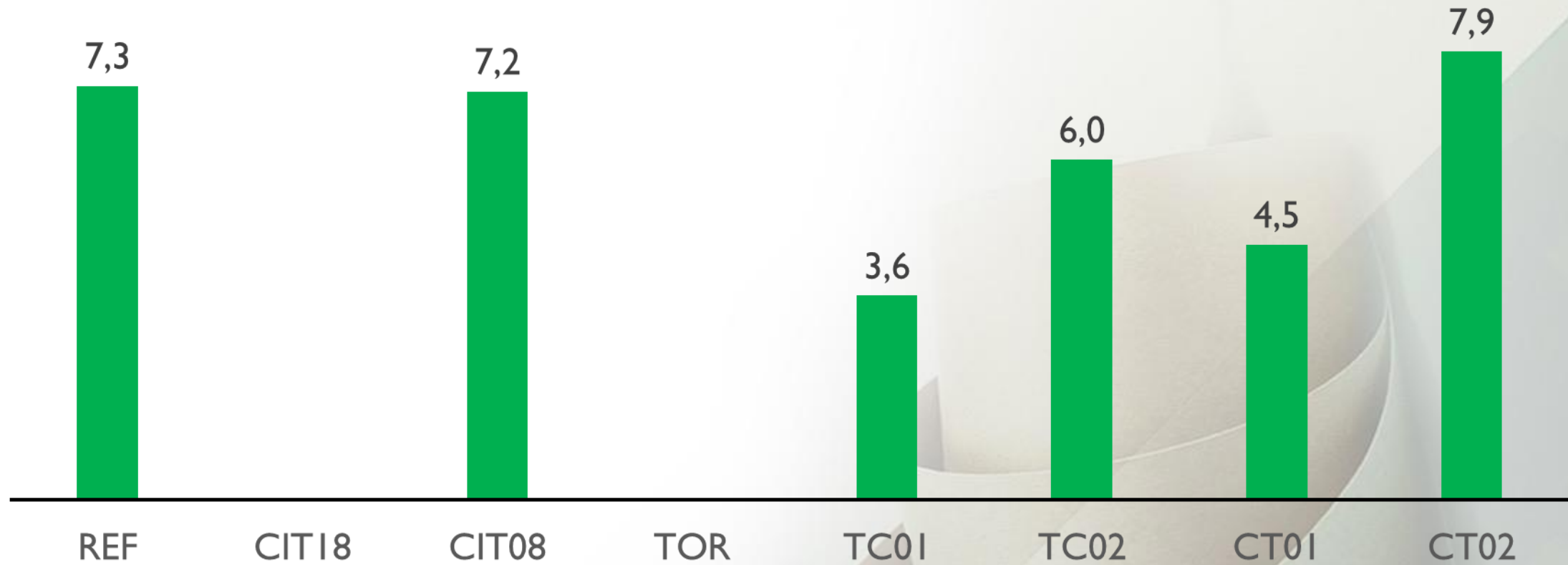


ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



IMACEL t/ha/ano



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO

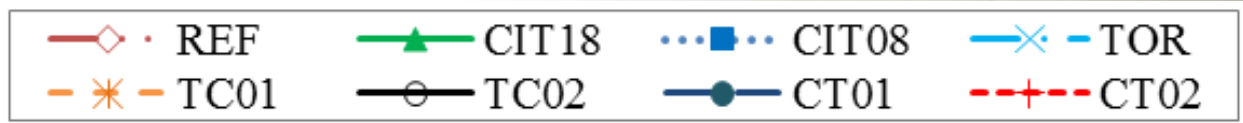
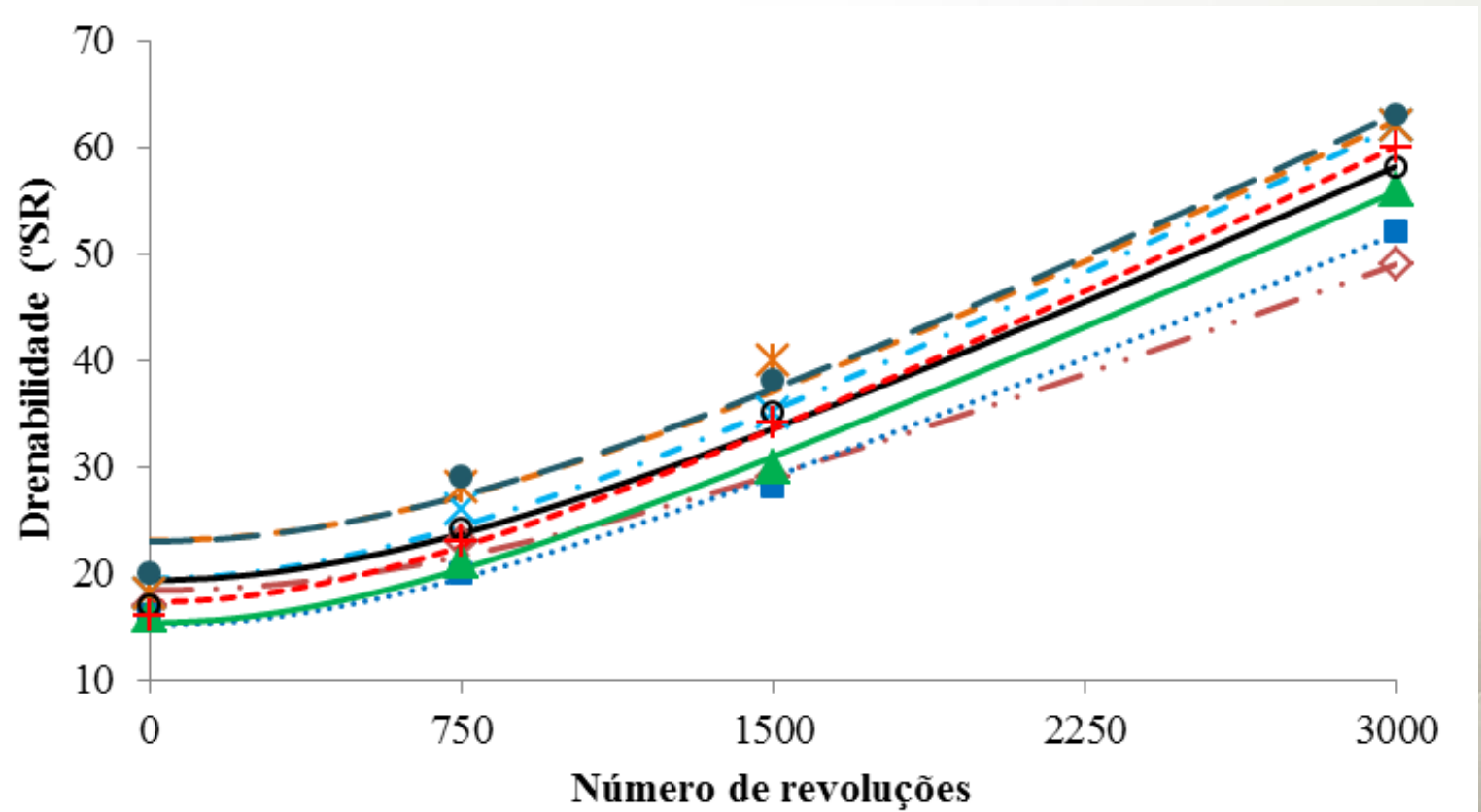


DRENABILIDADE



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO

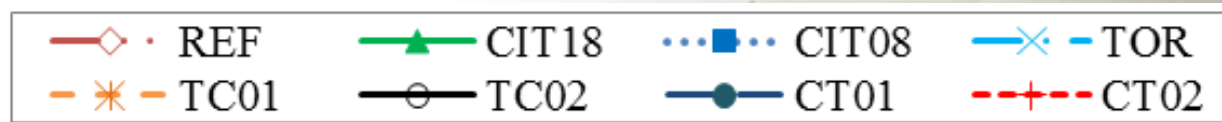
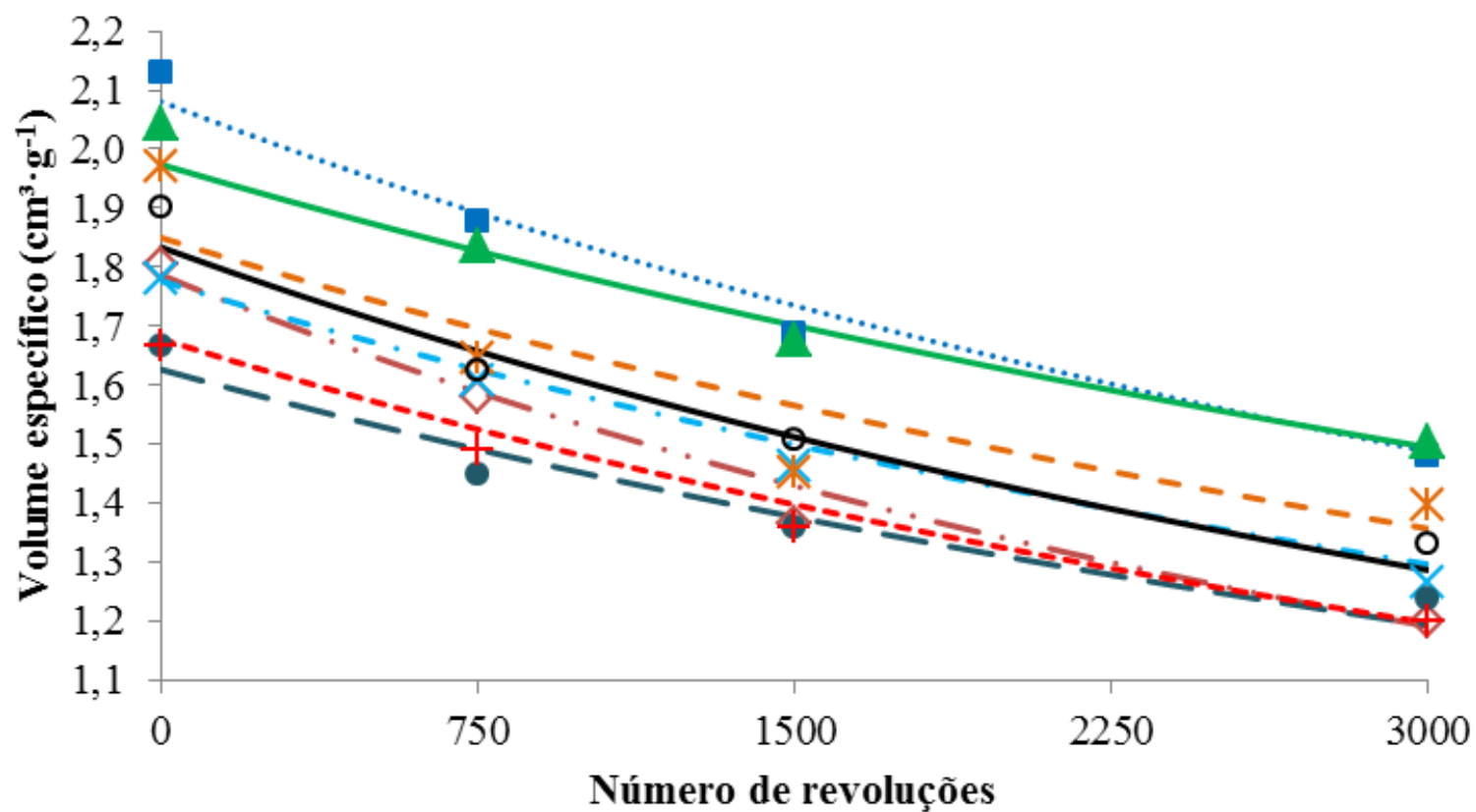


BULK



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO

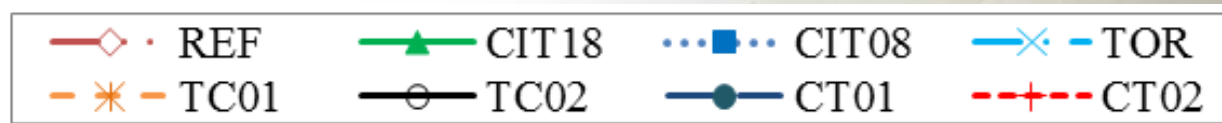
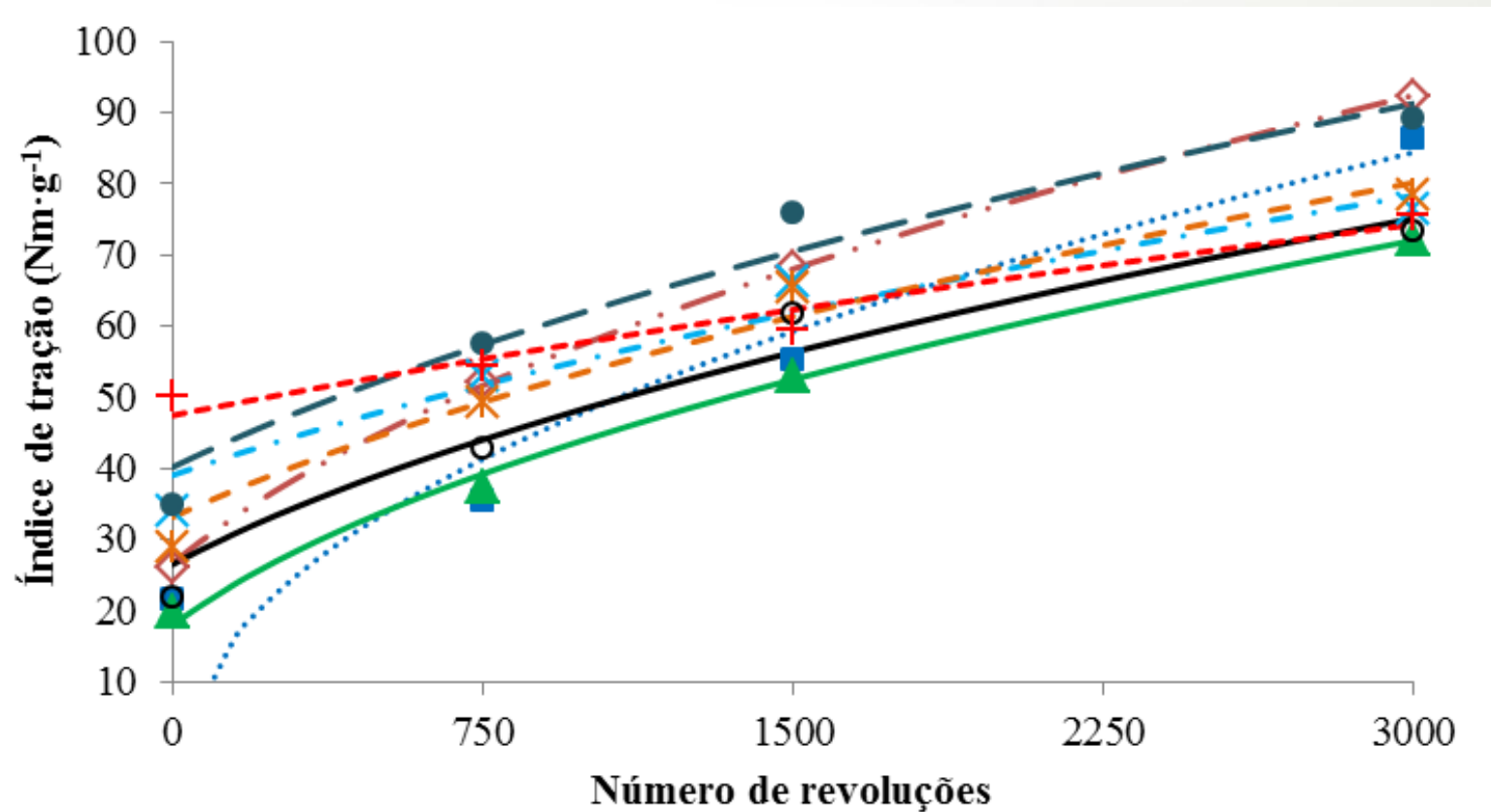


ÍNDICE DE TRAÇÃO



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



CONSIDERAÇÕES



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



- Madeiras com alta densidade básica para produção de polpa celulósica
 - Densidade básica elevada não é um fator limitante para processos modificados de polpação
 - Dificuldades de picagem e impregnação
 - Características de processo – podem ser alteradas
- As madeiras de *C. citriodora* apresentam desempenho tecnológico promissor para produção de polpa celulósica
 - Qualidade de madeira
 - Baixo teor de lignina
 - Menor consumo específico
 - Base para programas de melhoramento genético
- As fibras de *C. citriodora*, *C. torelliana* e híbridos apresentam características interessantes para produção de papéis tissue
 - Fração parede elevada

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



CONSIDERAÇÕES



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



- A madeira de *C. citriodora* e seus híbridos apresenta potencial para uso industrial na produção de polpa celulósica
- Ampla variabilidade genética
 - Baixa intensidade de melhoramento genético
 - Qualidade da madeira
 - Desempenho silvicultural
- Desafios tecnológicos – “Inovação”
 - Produção de BCKP – “novo produto” - *branding*
 - Produto atual – BEKP – bleached eucalyptus kraft pulp
 - Silvicultura
 - melhoramento genético, fisiologia, manejo florestal, outros
 - Processo industrial
 - Picagem, impregnação, otimização processos de polpação, branqueamento, refino

CORREALIZAÇÃO

REALIZAÇÃO



DESAFOS TECNOLÓGICOS



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



- **Corymbia e seus híbridos: um novo horizonte na qualidade da madeira pra uso industrial**
 - Reedição da história do *Eucalyptus* para uso industrial
 - Ações cooperativas
 - Em fase pre-competitiva
- **Novas ferramentas de gestão**
 - Forest & Biomaterials Endowment Fund – FBEF
 - www.fbef.org.br
 - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF



forestry &
biomaterial
endowment
fund

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



USP



ABTCP
2018

51º Congresso e Exposição
Internacional de Celulose e Papel
51st Pulp and Paper International
Congress & Exhibition



OBRIGADO

fjr@usp.br

CORREALIZAÇÃO



REALIZAÇÃO



forestry &
biomaterial
endowment
fund

USP