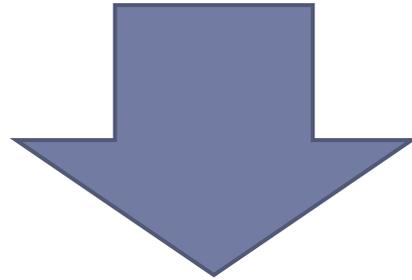


# Resumo



**Documentos acadêmicos**  
**Bases de dados**  
**Levantamento bibliográfico**

---



# Lembre-se do público leitor!!!

---

- ▶ Outros pesquisadores da área vão ler o resumo?
- ▶ Meu resumo deve ser acessível a quais leitores?



# O que os autores dizem sobre o resumo?

---

▶ Volpato (2010):

“Deve ser um breve texto que informe o que o leitor encontrará no texto...” (p.107)

“O resumo conduz o leitor para dentro do texto principal. Seja breve e convincente...” (p.109)



# O que os autores dizem sobre o resumo?

---

▶ Medeiros (2012):

“O resumo abrevia o tempo dos pesquisadores, difunde informações de tal modo que pode influenciar e estimular a consulta do texto completo.” (p.128)



---

**Qual a importância do resumo?**



---



MARKETING

---

A horizontal row of nine colorful paper strips, each with a black binder clip at the top. The strips are arranged to spell out the word 'MARKETING' in large, white, sans-serif capital letters. The colors of the strips are: red (M), blue (A), purple (R), pink (K), teal (E), orange (T), yellow (I), light blue (N), and dark blue (G). The strips are slightly overlapping and have a slight shadow beneath them.



# Dicas: construção do resumo

---

- ▶ Apresentar uma **breve justificativa**
- ▶ Mostrar os **principais resultados** (que já permitem ao leitor deduzir o **objetivo do estudo**)
- ▶ Apresentar a **conclusão**, pois deve ser o ponto **forte do estudo**
- ▶ Caso o aspecto mais relevante seja **metodológico**, então deve ser enfatizado
- ▶ Evite a repetição de frases inteiras do original
- ▶ Respeite a ordem em que as ideias ou fatos são apresentados



## **Dicas: técnicas de preparo do resumo**

---

- ▶ Escreva o trabalho primeiro
- ▶ Ler o texto atentamente, redigir o esboço do resumo e anotar as palavras-chave
- ▶ Utilizar uma frase inicial que exponha a essência do tema
- ▶ Fazer a releitura do resumo
- ▶ Solicitar a leitura por outra pessoa, para verificação do grau de compreensão



# Dicas: como prepará-los

---

Antes de escrever, confira quais são os requisitos:

- ▶ Para qual tipo de publicação vou escrever?
  - ▶ Revista científica
  - ▶ Trabalho de evento
  - ▶ Trabalho acadêmico...
  
- ▶ Qual o tamanho máximo ou mínimo?
  
- ▶ Qual estilo devo usar?



# NBR 6028 – Resumo

**ABNT**

---

**Apresentação concisa dos pontos relevantes de um documento.**

---



# Tipos de resumo

---

- ▶ **Crítico:** é redigido por especialistas com análise crítica de um documento. Pode ser chamado de resenha;
- ▶ **Indicativo:** indica apenas os pontos principais do documento, não apresenta dados qualitativos, quantitativos. Não dispensa a consulta ao original;
- ▶ **Informativo:** informa ao leitor finalidades, metodologia, resultados e conclusões do documento, de tal forma que este possa, inclusive, dispensar a consulta ao original.



# Regras gerais de apresentação

---

- ▶ Elemento **obrigatório**;
  - ▶ Recomenda-se parágrafo único;
  - ▶ A primeira frase deve ser significativa, explicando o tema principal do documento;
  - ▶ Deve-se ressaltar o **objetivo, método, resultados e conclusões do documento**. A ordem e a extensão destes itens dependem do tipo de resumo e do tratamento que cada item recebe no documento original;
  - ▶ Deve ser composto de uma sequência de frases **concisas, afirmativas e não de enumeração de tópicos**.
-

# NBR 6028: deve-se evitar...

---

- ▶ Símbolos, siglas, abreviaturas, quadros, figuras;
- ▶ Fórmulas, equações, diagramas, que não sejam absolutamente necessários.

Quando o seu emprego for **imprescindível**,  
defini-los na **primeira** vez que aparecerem



# NBR 6028: Extensão dos Resumos

---

- ▶ **De 150 a 500 palavras:** trabalhos acadêmicos (tccs, teses, dissertações e outros) e relatórios técnico-científicos
- ▶ **De 100 a 250 palavras:** artigos de periódicos
- ▶ **Resumo crítico**, as chamadas resenhas, não estão sujeitos a limite de palavras



# NBR 6028: Evite verbos na voz passiva

---

- ▶ No livro Introdução à linguística da enunciação **são apresentadas** as teorias...



# NBR6028: Use na VOZ ATIVA

---

- ▶ Voz ativa: O livro Introdução à linguística da enunciação **apresenta** as teorias...

Deve-se salientar	Salienta
Deve-se ressaltar	Ressalta



# NBR 6028: Use verbos: TERCEIRA PESSOA do singular

---

- ▶ Primeira pessoa: **Apresento** em Introdução à linguística da enunciação as teorias...
- ▶ Terceira pessoa: O livro Introdução à linguística da enunciação **apresenta**...

**Recomendamos** uma abordagem modular.

**Recomenda** uma abordagem modular.

**Temos** as características.

**Apresenta** as características.

---



# Verbos bem vindos

---

- ▶ Analisa
- ▶ Aponta
- ▶ Apresenta
- ▶ Avalia
- ▶ Cita
- ▶ Compara
- ▶ Conclui
- ▶ Demonstra
- ▶ Destaca
- ▶ Determina
- ▶ Enfatiza
- ▶ Estabelece
- ▶ Examina
- ▶ Indica
- ▶ Questiona
- ▶ Relaciona
- ▶ Sugere



# Repetir com palavras diferentes

---

- ▶ Acabamento final
- ▶ Em duas metades iguais
- ▶ Planejar antecipadamente
- ▶ Pode possivelmente ocorrer
- ▶ Há anos atrás
- ▶ Empréstimo temporário



# Palavras desnecessárias

---

- ▶ Absolutamente necessário
- ▶ Completamente concluído
- ▶ De natureza metálica
- ▶ De formato cúbico
- ▶ Muito necessário
- ▶ Extremamente importante
- ▶ De fundamental relevância



# Seja coerente

---

- ▶ Em artigos científicos, os autores devem ser o mais quantitativos possíveis e evite a duplicidade de comentários

***do que já foi escrito anteriormente em outra parte do texto...***



# Exemplo de TCC

## RESUMO

ANDRADE, M. M. **Monitoramento da qualidade de água subterrânea na área do lixão desativado de São Carlos, SP**. 2015. 67 p. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2015.

Recomenda-se o **parágrafo único**;

Deve conter no máximo **500** palavras

O Brasil, assim como a maioria dos países subdesenvolvidos, ainda lida com as consequências da gestão inadequada de seus resíduos. Nesse contexto, lixões e aterros controlados passaram a ser alvos de fiscalização e pesquisa, por representarem áreas potenciais de contaminação aos recursos hídricos. Quando instalados em locais onde os solos são vulneráveis à infiltração do lixiviado, estes depósitos podem levar a alterações das características físico-químicas e biológicas de mananciais superficiais e subterrâneos. O lixão Santa Madalena, localizado no município de São Carlos (SP), apresenta características de vulnerabilidade, uma vez que foi instalado sobre uma área de recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG), importante reserva de água para a América Latina. Nesse sentido, o presente estudo visou monitorar, durante 12 meses, a qualidade da água subterrânea na área deste lixão desativado, através da análise das principais características físico-químicas da água coletada através de piezômetros pré-existentes no local, situados à montante, jusante e dentro da área de influência do lixão. A comparação entre os resultados obtidos por outros autores e pelo presente trabalho indica que houve diminuição da qualidade da água do local, de acordo com os parâmetros avaliados. Comparando com os valores especificados para consumo humano (Portaria MS nº 2914) e valores orientadores para água subterrânea (CETESB, 2014), os resultados obtidos em alguns parâmetros (alumínio, cádmio, chumbo, cobalto, cromo, ferro, manganês, níquel, nitrato e nitrogênio amoniacal) indicaram riscos potenciais para a saúde humana, não sendo esta água adequada para consumo.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Piezômetros. Sistema Aquífero Guarani.

O resumo deve ser precedido da referência do documento, **com exceção do resumo inserido no próprio documento**

Nos trabalhos acadêmicos da USP, a **referência deve anteceder o resumo**

**Palavras-chave:** devem figurar logo abaixo do resumo, antecedidas da expressão “Palavras-chave”, separadas por si por **ponto** e finalizadas por **ponto**

# Exemplo de resumo em inglês (abstract)

## ABSTRACT

Title

ANDRADE, M. M. **Groundwater quality monitoring in disabled dumpsite of São Carlos, SP**. 2015. 67p. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2015.

Abstract

As most part of underdeveloped nations, Brazil is still dealing with consequences of an inappropriate solid waste management. In this context, dumpsites and landfills are objects of supervision and researches, as they represent a potential area of water resources contamination. When located in places where soils are vulnerable to leachate infiltration, these deposits can lead to changes in physico-chemical and biological characteristics of surface and underground water sources. The disabled dump (Santa Madalena, situated in São Carlos, SP) has characteristics of vulnerability, since it was installed over a recharge area of Guarani Aquifer System (GAS), a substantial Latin America water reserve. In this sense, the present study aimed to monitor during 12 months the main physico-chemical characteristics of water samples by pre-existing piezometers placed in sites upstream, downstream and inside the influence area of the dumpsite. The comparison of the results obtained by other authors and the present work indicates a decrease of water quality in the place, according to evaluated parameters. Comparing with specified values to human consumption (Portaria MS nº 2914) and guiding values to underground water (CETESB, 2014), the obtained results of some parameters (aluminum, cadmium, lead, cobalt, chromium, iron, manganese, nickel, nitrate and ammoniacal nitrogen) indicated potential risks to human health, which causes this water inappropriate for human consumption.

Keywords: Urban solid waste. Piezometers. Guarani Aquifer Systems.

Keywords

# Palavras-Chave

---

São palavras que representam o conteúdo do documento;

Consultar:

[Vocabulário Controlado do SIBi/USP](#)



# TCCs: Normas para escrita em outro idioma

---

A Comissão de Graduação da EESC aceita TCCs em **inglês e espanhol**. Nesse caso, o aluno deverá consultar o orientador, a CoC do seu curso sobre a possibilidade da escrita em outro idioma. Sendo assim, o trabalho deverá garantir:

- Os elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais estejam em um só idioma;
  - O TCC escrito em **inglês** ou **espanhol** deverá conter um **resumo em português**, e **todos os TCCs** deverão conter um resumo em **inglês** (abstract);
  - Os procedimentos administrativos e de avaliação por banca sejam os mesmos aplicados nos TCCs regulares, realizados em português.
- 



---

**Exemplos de resumos:**

---



# FAPESP (IC)

---

## 10. Documentos necessários

### a. Projeto de pesquisa.

a.i) O projeto de pesquisa deve ser apresentado de maneira clara e resumida, ocupando no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo. O tamanho máximo do arquivo que pode ser anexado ao SAGe é 5Mb e o formato deve ser PDF.

a.ii) O Projeto de Pesquisa deve compreender:

- 1) Resumo (máximo 20 linhas);
- 2) Introdução e justificativa, com síntese da bibliografia fundamental;
- 3) Objetivos;
- 4) Plano de trabalho e cronograma de sua execução;
- 5) Material e métodos;
- 6) Forma de análise dos resultados.

<http://fapesp.br/bolsas/ic/>

---



## Desenvolvimento de metodologia e códigos para processamento automático de dados de ensaios de camada limite em túnel de vento

**Processo:** 17/09922-9

**Linha de fomento:** [Bolsas no Brasil - Iniciação Científica](#)

**Vigência (Início):** 01 de agosto de 2017

**Vigência (Término):** 31 de julho de 2018

**Área do conhecimento:** [Engenharias](#) - [Engenharia Aeroespacial](#) - [Aerodinâmica](#)

**Pesquisador responsável:** [Fernando Martini Catalano](#)   

**Beneficiário:** [Rafael Amancio Diegues](#) 

**Instituição-sede:** [Escola de Engenharia de São Carlos \(EESC\), Universidade de São Paulo \(USP\), São Carlos, SP, Brasil](#)

**Assunto(s):** [Aerofólio](#) [Túneis de vento](#) [Processamento de imagens](#) [Aerodinâmica experimental](#)

### Resumo

O objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de metodologias e ferramentas computacionais que permitam a análise e o processamento automático de resultados obtidos em experimentos de túnel de vento, especificamente das medições de transição, distribuição de pressão e perfis de velocidade da camada limite. Para as curvas de distribuição de pressão, o processamento consiste nas seguintes etapas: reconhecimento e eliminação de pontos de pressão com resultados incorretos, suavização e interpolação da curva de pressão para a utilização em um solver já desenvolvido para o cálculo dos perfis de camada limite e estabilidade da mesma. Já as medições de transição serão realizadas a partir das imagens de termografia infravermelha, que permitem a detecção da região de transição a partir do processamento das mesmas. Por fim, anemometria de fio quente é utilizada para a medição dos perfis da camada limite e seus perfis serão analisados e comparados a resultados do modelo computacional. (AU)

# Resumo estruturado (1 página)



## Projeto e experimento de dispositivos hipersustentadores operantes em baixos números de Reynolds

Rodrigo Marin Torres, Fernando Martini Catalano

Escola de Engenharia de São Carlos / Universidade de São Paulo

[rodrigo.torres@usp.br](mailto:rodrigo.torres@usp.br), [catalano@sc.usp.br](mailto:catalano@sc.usp.br)

### Objetivos

Inicialmente, o projeto visa compreender o funcionamento dos dispositivos hipersustentadores por meio de simulações nos programas *MSES* e *Ansys Fluent*. Posteriormente, realizar um estudo de sensibilidade a parâmetros geométricos e documentar os principais efeitos observados. Por fim, projetar um dispositivo para uma aeronave de pequeno porte (VANT), testá-lo em túnel de vento e validar a metodologia utilizada.

### Métodos e Procedimentos

Inicia-se com estudo e seleção de aerofólios característicos destas aeronaves para composição dos dispositivos hipersustentadores. Escolhidas as configurações de maior  $C_{L\_MAX}$  e menor  $C_D$  e  $C_M$ , tais composições foram desenhadas no *SolidWorks*, permitindo fácil manufatura via corte à laser, o que garante maior precisão no formato das superfícies sustentadoras. Construído e ensaiado no túnel de vento da EESC-USP, os dados foram corrigidos e comparados com as simulações.

### Resultados

Para a configuração que prioriza o  $C_{L\_MAX}$  observou-se que o uso do *slat* num perfil de alta sustentação não é interessante, uma vez que não retardou suficientemente o estol neste tipo de aerofólio. Simulações numéricas demonstraram maior potencial na configuração de *flap* unicamente eslotado, possibilitando além de grande  $C_{L\_MAX}$ , configurações de baixo  $C_D$  e  $C_M$ .

Apesar das mesmas tendências terem sido observadas nos ensaios, houve uma grande dificuldade de reproduzir tais valores experimentalmente (Figura 1).

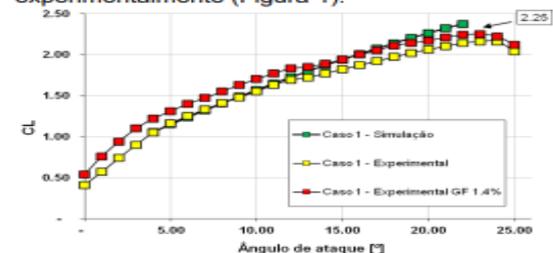


Figura 1:  $C_L$  x  $\alpha$  [°].

### Conclusões

O ensaio revelou uma grande sensibilidade ao posicionamento dos flaps e grande interferência da endplate. Desta forma não é possível concluir se o modelo computacional não é adequado a este tipo de simulação, ou se problemas relacionados ao modelo ensaiado ocasionaram tais discrepâncias.

### Referências Bibliográficas

- [1] Smith, A. M. *High-Lift Aerodynamics*, McDonnell Douglas Corporation, Long Beach, June 1975.
- [2] Drela, M. *Two-dimensional Transonic Aerodynamic Design and Analysis using the Euler Equations*, MIT, 1985.
- [3] Catalano, F. et al. – *Methods for preliminary airfoil optimization*, 27th AIAA Applied Aerodynamics Conference, June 2009.

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-CNPQ)

# Resumo expandido de 6 páginas



XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



## ANÁLISE COMPUTACIONAL DE DISPOSITIVOS DE PONTA DE ASA

Eduardo Pavoni Gamba<sup>1</sup>, Francisco José de Souza<sup>2</sup>  
Universidade Federal de Uberlândia  
du-gamba@hotmail.com<sup>1</sup>, francisco.souza@ufu.br<sup>2</sup>

### Resumo

Com a intensificação do tráfego aéreo, medidas para a atenuação do impacto ambiental são necessárias na indústria aeronáutica. Além deste benefício, a redução de arrasto em aeronaves comerciais representaria uma vantagem financeira em economia de combustível ou aumento de *payload*. É nesse sentido que este trabalho visa estudar a influência de *winglets* na redução dos vórtices de ponta de asa e, consequentemente, no arrasto induzido. O seguinte estudo apresenta análises através de CFD, pelo software ANSYS, com Mach = 0,5 em sete configurações diferentes de *winglets*, comparadas a uma asa típica de aeronaves comerciais. A viabilidade de tais dispositivos é feita de maneira qualitativa e quantitativa, analisando a tendência do escoamento e valores dos coeficientes de arrasto viscoso e de pressão.

**Palavras chave:** *Winglet*. CFD. Arrasto induzido. Vórtices de ponta de asa. Dispositivos de ponta de asa.

### Abstract

With the intensification of the air traffic, measures for the mitigation of the environmental impact are necessary in the aeronautical industry. In addition to this benefit, drag reduction on commercial aircraft would represent a financial advantage in fuel economy or payload increase. It is in this sense that this work aims to study the influence of winglets on the reduction of wing-tip vortices and, consequently, of induced drag. The following study presents CFD analyzes by ANSYS, with Mach = 0.5 in seven different winglets configurations, compared to a typical wing of commercial aircraft. The feasibility of such devices is made qualitatively and quantitatively, analyzing the flow trend and values of the viscous and pressure drag coefficients.

**Keywords:** *Winglet*. CFD. Induced drag. Wingtip vortex. Wingtip devices.

### 1 Introdução

No mundo aeronáutico qualquer tentativa de redução no consumo de combustível é muito bem vista, já que mínimas diminuições geram uma grande economia na operação da aeronave, principalmente em uma era onde o preço do combustível é crescente. Além disso, vive-se hoje um momento de grande preocupação com efeitos negativos no meio ambiente. Logo, medidas para a diminuição do impacto causado pela indústria aeronáutica são cada vez mais populares, principalmente em decorrência da intensificação do tráfego aéreo. Dessa forma, uma melhor eficiência no desempenho de uma aeronave é um grande objetivo a ser conquistado.

1



XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



Aerodinamicamente, pensar em redução de consumo de combustível é pensar em redução no coeficiente de arrasto da aeronave. Nos últimos anos, tem sido intensa a procura por dispositivos aerodinâmicos capazes de promover uma diminuição no arrasto e, consequentemente, maior eficiência no consumo de combustível e maior alcance. Os dispositivos de ponta de asa são uma alternativa para este objetivo, uma vez que eles almejam reduzir a vorticidade do escoamento.

O objetivo deste trabalho é uma abordagem a respeito da viabilidade de utilização deste dispositivo de ponta de asa, com o intuito de se analisar, qualitativamente e quantitativamente, através da aerodinâmica computacional, a influência do mesmo na redução do chamado arrasto induzido e, também seus efeitos colaterais.

### 2 Revisão bibliográfica

Com o intuito de se realizar análises aerodinâmicas com baixo custo e menor infraestrutura, a Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD), atraiu o interesse por parte dos pesquisadores. No campo dos estudos computacionais em dispositivos de ponta de asa, as pesquisas mais relevantes e aplicáveis para este trabalho são recentes.

Bagigian e Hayashibara (2009), conduziram um estudo preliminar com o intuito de comparar três configurações de uma asa em condição de cruzeiro, dentre elas, uma asa "limpa", uma equipada com um *winglet* e outra equipada com uma "ponta estendida", o *raked wingtip*. Com as geometrias modeladas no CATIA e simuladas por CFD através do FLUENT, o trabalho serviu como uma investigação preliminar dos efeitos aerodinâmicos no arrasto induzido de diferentes configurações de ponta de asa. Os resultados deste estudo sugerem que as asas projetadas com *winglets* ou *raked wingtips* podem, de fato, reduzir o arrasto induzido em uma asa durante as condições de cruzeiro.

Guerrero, Maestro e Bottaro (2011), produziram um estudo biomimético no campo dos dispositivos de ponta. Os pesquisadores defendem que a utilização dos *winglets* são uma alternativa de diminuir os efeitos de ponta de asa sem a necessidade de alterar o alongamento da aeronave, que muitas vezes está atrelada a restrições de peso, desempenho, estruturais e fatores operacionais. Dos resultados do trabalho em questão, observou-se neste estudo que uma redução de arrasto induzido em até 75,0% para  $C_L = 0,95$ ; 35,0% para  $C_L = 0,55$  e 28,0% para  $C_L = 0,40$ .

Um trabalho realizado pelos pesquisadores Atique et al. (2015), investigou a utilização de *winglets* no modelo de aeronave Boeing 737-800 em diferentes regimes de operação. A simulação computacional foi feita em ângulo de ataque de 4 graus e mostrou que a redução de arrasto induzido foi máxima em Mach = 0,35 e mínima em Mach = 0,45. O resultado indicou um efeito positivo na utilização dos *winglets*, ao reduzir o arrasto induzido, variando de 3,47% em Mach = 0,50 até 40,13% em Mach = 0,35.

### 3 Materiais e métodos

Esse estudo de viabilidade de aplicação de dispositivos redutores de arrasto foi conduzido por meio da comparação qualitativa e quantitativa, através de CFD, de sete



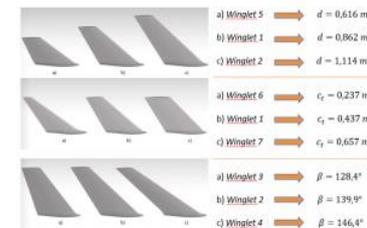
XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



configurações de semi-asa equipadas com *winglet* e uma semi-asa comum, com número de Mach = 0,5, seguindo quatro etapas.

**Criação das geometrias:** A geometria padrão, usada de base para todas as configurações e elaborada com inspiração em aeronaves subsônicas de pequeno/médio porte, foi uma semi-asa de 7,015 m de envergadura, afilamento de 0,341 e perfil NACA 64-110, modelada no software CATIA V5. O *Winglet 1* foi elaborado baseado configurações usuais na indústria aeronáutica, com comprimento  $d = 0,862$  m, inclinação  $\beta = 139,9^\circ$  e corda da ponta  $c_t = 0,437$  m. A partir dessa geometria, foram construídas duas variações em relação à cada característica. Os modelos obtidos estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – *Winglets* modelados em CATIA V5 e suas características geométricas.



Fonte: elaborado pelo autor.

**Geração das malhas:** Este momento do processo foi o mais crítico de todo o estudo. O desafio foi conciliar uma malha que garantisse o grau de precisão esperado para o trabalho, mas que fosse possível de se utilizar com o baixo recurso computacional disponível. As malhas foram confeccionadas no software ICEM, da ANSYS. A estratégia desta etapa foi utilizar uma malha com elementos de fácil adaptação à estrutura, porém, limitando o tamanho do elemento em regiões críticas e utilizando camadas de prisma. A malha obtida foi do tipo *Tetra/Mixed*, com máxima dimensão de elemento igual a 3 m, máxima dimensão de elemento no bordo de fuga igual a 0,0025 m, 10 camadas de prisma com razão de crescimento igual a 1,2, e aproximadamente 6e06 elementos.

**Simulação aerodinâmica:** o desafio do processo de simulação foi encontrar parâmetros e modelos que representem, com suficiente confiança, um caso real da indústria aeronáutica, mas que seja compatível com uma ferramenta computacional disponível para este estudo. Dessa forma, foi adotado o modelo de turbulência *Spalart-Allmaras*, em regime permanente, gás ideal, solução do tipo *Pressure-Based*, com método de solução SIMPLE, inicialização utilizando o método *full multgrid*. As condições de voo foram ângulo de ataque igual a 2°, temperatura em 218 K, e número de Mach = 0,5.

2

3

# Resumo expandido de 6 páginas

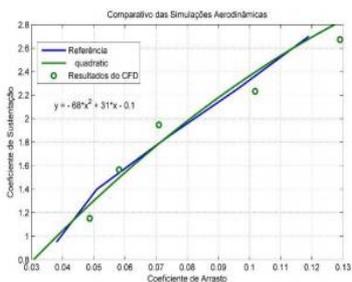


XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



**Validação do modelo:** As geometrias referentes ao *winglets* analisados não possuem dados experimentais em túnel de vento que possam ser comparados. Sendo assim, uma maneira de se verificar a precisão das ferramentas computacionais escolhidas é através da modelagem em *CFD* de um experimento em túnel de vento com condições registradas de maneira detalhada e comparar os resultados obtidos. O experimento de Wentz (1976), foi usado como referência para a validação, através da comparação entre as polares de arrasto um perfil hipersustentador, equipado com *flap*. Os resultados da simulação computacional se aproximam muito da curva experimental, como evidencia a Figura 2.

Figura 2 – Comparação das polares de arrasto.



Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 Resultados

Este capítulo será dividido em duas partes, uma análise qualitativa dos resultados, que visualmente mostrará as diferenças no escoamento; e uma análise quantitativa, evidenciando de maneira mais concreta o efeito da utilização dos dispositivos de ponta de asa.

### 4.1 Análise qualitativa

O pós-processamento foi realizado através do software CFD-POST, do ANSYS, e para poupar uma demasiada informação visual, nesta etapa será apresentado para apenas uma das sete configurações de *winglet* estudadas. A Figura 3 mostra, respectivamente, a diminuição da vorticidade no escoamento com a utilização de *winglet* (semi-asa direita); a diminuição da região de baixa pressão com a implementação do dispositivo e a diminuição na magnitude e quantidade dos vetores no fluxo ao redor do *winglet*. Tais observações sugerem a diminuição do arrasto induzido, gerado principalmente pela vorticidade do escoamento.



XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



Figura 3 – Análise qualitativa da utilização de *winglets*.



Fonte: elaborado pelo autor.

### 4.2 Análise quantitativa

Para uma visão mais clara do efeito desses dispositivos, houve uma decomposição do coeficiente de arrasto total,  $C_{D_t}$ , em arrasto de pressão,  $C_{D_p}$ , e viscoso,  $C_{D_v}$  respectivamente relacionados à deformação no escoamento e ao atrito do escoamento com a superfície. A Tabela 1 resume os resultados das simulações.

Tabela 1 – Coeficientes de arrasto para cada geometria.

	$C_D$	$C_{D_p}$	$C_{D_v}$	% $\Delta C_{D_p}$	% $\Delta C_{D_v}$	% $\Delta C_{D_t}$
Asa pura	0.012482	0.009033	0.003448	-	-	-
Winglet 1	0.012191	0.008698	0.003492	-3,70869	1,254977	-2,33739
Winglet 2	0.012322	0.008838	0.003484	-2,16516	1,032225	-1,28183
Winglet 3	0.012171	0.008676	0.003494	-3,95832	1,324972	-2,49872
Winglet 4	0.012238	0.008751	0.003487	-3,12777	1,127291	-1,95224
Winglet 5	0.012337	0.008817	0.003521	-2,39763	2,089486	-1,15799
Winglet 6	0.012187	0.008686	0.003501	-3,84458	1,515601	-2,36374
Winglet 7	0.012103	0.008599	0.003503	-4,79847	1,577858	-3,03691

Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados indicam que as tendências de redução de vórtices observadas na sessão anterior foram verificadas, pois nota-se a diminuição do arrasto de pressão. Por outro lado, houve um incremento no arrasto, algo esperado, porém pouco explorado nas literaturas. Nas comparações com o  $C_{D_p}$  de cada geometria, os *winglets* se mostraram vantajosos, chegando a reduções de até 3% no melhor dos casos, o que resultaria em uma economia relevante no consumo de combustível de uma aeronave.

## 5 Considerações finais

Ambas as análises, qualitativa e quantitativa, evidenciaram o potencial de *winglets* reduzirem a vorticidade na ponta das asas, reduzindo o arrasto induzido. Esta segunda análise verificou, também, o aumento do arrasto parasita associado à utilização de tais dispositivos, diminuindo sua eficácia na economia de combustível. Ainda assim, houve redução no arrasto



XV Semana de Engenharia Aeronáutica  
20 a 25 de agosto de 2018 - São Carlos-SP



total da semi-asa estudada. A maior redução observada foi de aproximadamente 3% no arrasto total a Mach = 0,5, referente ao *winglet* com maior corda na ponta, enquanto a menor efeito se deu no *winglet* de menor comprimento, com diminuição de aproximadamente 1,16% do arrasto total nas mesmas condições.

Os valores de redução de arrasto encontrados em cada literatura, inclusive os deste trabalho, são bem diferentes entre si. Isso mostra que o efeito da utilização de *winglets* é muito dependente do regime de operação da aeronave e da geometria da asa. Portanto, a viabilidade desses dispositivos deve ser analisada em cada projeto específico.

A principal melhoria para trabalhos futuros é no campo das malhas utilizadas. Com um maior número de camadas de prisma e um maior refinamento, que promova uma expansão menos abrupta em alguns elementos da malha, os resultados seriam muito mais precisos e confiáveis. Entretanto, para isso, será necessário mais recurso computacional. Além disso, a validação do modelo através de um protótipo em túnel de vento traria mais confiança ao estudo. Por último, com mais tempo de trabalho, a análise de mais configurações traria uma noção melhor da influência de cada variação geométrica estudada.

Contudo, o trabalho mostrou uma melhoria sutil no desempenho de aeronaves dotadas de *winglets* para este caso em específico, o que poderia até mesmo não justificar seu uso, quando considerados o peso e custo de sua instalação. Academicamente, o projeto foi de grande importância para o entendimento do efeito dos dispositivos de ponta de asa na redução do arrasto induzido de uma aeronave, através da leitura de trabalhos anteriores e do pós-processamento das análises deste estudo. Além disso, houve um grande acúmulo de conhecimento no campo das análises em *CFD* para aerodinâmica de alta velocidade, desde o processo de criação da geometria até a geração da malha, simulação e pós-processamento, aumentando a capacitação e preparo para indústria aeronáutica.

## Referências

ATIQUE, S.A. et al. Aerodynamics of winglet: a computational fluid dynamics study. **Global Science and Technology Journal**, v.3, n.1, p.10-14, Mar. 2015.

BABIGIAN, R.; HAYASHIBARA, S. Computational study of the vortex wake generated by a three-dimensional wing with dihedral, taper, and sweep. In: APPLIED AERODYNAMICS CONFERENCE, 27., 2009, San Antonio, Texas. [Proceedings]... Reston: AIAA, 2009.

GUERRERO, J.E.; MAESTRO, D.; BOTTARO, A. Biomimetic spiroid winglets for lift and drag control. **Complete Rendus Mécanique**, v.340, n.1-2, p.67-80, Feb. 2012. [Doi: 10.1016/j.crme.2011.11.007](https://doi.org/10.1016/j.crme.2011.11.007)

WENTZ JUNIOR, W. H. **Wind tunnel tests of the GA (W)-2 airfoil with 20% aileron, 25% slotted flap, 30% fowler flap, and 10% slot-lip spoiler**. Wichita State University: Wichita, 1976. 76 p.

# Referências bibliográficas

---

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.  
**NBR 6028**: informação e documentação – resumo –  
apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

MEDEIROS, J.B. **Redação científica**: a prática de  
fichamentos, resumos, resenhas. São Paulo: Atlas, 2012.

VOLPATO, G. **Pérolas da redação científica**. São Paulo:  
Cultura Acadêmica, 2010.

SECAF, V. **Artigo científico do desafio à conquista**. 5.ed.  
São Paulo: Atheneu, 2010.

---



# Obrigada!

---

- ▶ Flávia Cassin
- ▶ [cassinp@sc.usp.br](mailto:cassinp@sc.usp.br)
- ▶ (16) 3373-9208

