Guilherme Itiro Yoshimura

## **Tutorial Shell Abaqus CAE**

São Paulo

Agosto 2023

Guilherme Itiro Yoshimura

### **Tutorial Shell Abaqus CAE**

Universidade de São Paulo Escola Politécnica Departamento de Engenharia Naval e Oceânica

> São Paulo Agosto 2023

# Lista de ilustrações

Figura	1 –					•	•							•	•	 •							•				•					•	3
Figura 2	2 –						•														•		•				•						4
Figura 3	3 –						•																•				•						4
Figura 4	4 -						•							•	•								•				•		•			•	5
Figura	5 -			•		•	•							•	•			•				• •	•				•		•			•	6
Figura	6 –					•	•								•								•				•		•				7
Figura '	7 –					•	•								•								•				•		•				7
Figura 8	8 -		•		•	•	•		•				•	•	•	 •				 •	•	• •	•				•		•			•	8
Figura 9	9 –					•	•		•					•	•						•		•				•						8
Figura	10 -					•	•		•		•			•	•						•		•				•						9
Figura	11 -					•	•		•		•			•	•						•		•				•						9
Figura	12 –					•	•		•		•			•	•						•		•				•						10
Figura	13 –					•	•		•		•			•	•						•		•				•						11
Figura	14 -				•	•	•							•	•						•		•		•		•		•		•	•	11
Figura	15 -		•	•	•	•	•			•		•	•	•	•			•			•	• •	•				•		•	•	•	•	12
Figura	16 –		•	•	•	•	•			•		•	•	•	•			•			•	• •	•				•		•	•	•	•	13
Figura	17 -		•	•	•	•	•			•		•	•	•	•			•			•	• •	•				•		•	•	•	•	13
Figura	18 –		•		•	•	•	 •	•	•	•	•	•		•				•			• •	•	•	•	•	•		•	•	•	•	14
Figura	19 -		•		•	•	•		•		•			•	•						•		•				•		•			•	15
Figura 2	20 -		•		•	•	•		•		•			•	•						•		•				•		•			•	15
Figura 2	21 -		•		•	•	•		•		•			•	•						•		•				•		•			•	16
Figura 2	22 -		•		•	•	•		•		•			•	•						•		•				•		•			•	17
Figura 2	23 -		•		•	•	•		•		•			•	•						•		•				•		•			•	17
Figura 2	24 -		•		•	•	•		•		•			•	•						•		•				•		•			•	18
Figura 2	25 -		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•		•	•	•	 •	•	•	•	•	18
Figura 2	26 -		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•		•	•	•	 •	•	•	•	•	19
Figura 2	27 –	•	•	•	•	•	•	 •	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•	•	•	•	•	 •	•	•	•	•	19
Figura 2	28 -	•	•	•	•	•	•	 •	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•	•	•	•	•	 •	•	•	•	•	20
Figura 2	29 -		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•		•	•	•	 •	•	•	•	•	21
Figura	30 -		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•		•	•	•	 •	•	•	•	•	21
Figura	31 -		•		•	•	•	 •	•	•	•	•	•	•	•					 •	•		•		•		•		•	•	•	•	22
Figura	32 -	•	•	•	•	•	•	 •	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•	•	•	•	•	 •	•	•	•	•	22
Figura	33 -		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	 •	•	• •	•		•	•	•	 •	•	•	•	•	23
Figura	34 -		•		•	• •	•	 •	•		•			•	•					 •	•	• •	•				•		•	•		•	24
Figura	35 -				•	•	•	 •	•	•	•			•	•						•	• •	• •				•		•			•	24
Figura 3	36 -					•																	•				•						25

Figura	37 –	•	•		•		•	• •	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	 •		•		•	•	•	25	
Figura	38 -	•	•	•	•	•	•	• •	•	•		•	•		•			•	•	•	 •		•		•	•		26	
Figura	39 -									•											 •							26	

# Sumário

1	INTRODUÇÃO 1
2	INSTALANDO O SOFTWARE
3	PART
4	<b>PROPERTY</b>
5	ASSEMBLY
6	STEP
7	<b>INTERACTION</b>
8	LOAD
9	MESH
10	JOB

## 1 Introdução

O seguinte documento possui como objetivo mostrar o passo a passo de como criar um componente estrutural usando elementos Shell no software Abaqus, detalha. As principais etapas para a modelagem são: Part, property, assembly, step, interaction, load, mesh e job.

### 2 Instalando o software

O software Abaqus(versão estudante) está disponível para download no site <https://www.3ds.com/edu/education/students/solutions/abaqus-le>. Na página é possível encontrar o tutorial de instalação, caso necessário. No Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da EPUSP estão disponibilizadas licenças acadêmicas para uso dos alunos do curso de graduação e pós-graduação. É importante lembrar que o Java(JDK-17) também deve estar instalado para garantir o funcionamento do Abaqus. O download pode ser feito em <htps://www.oracle.com/java/technologies/downloads/#jdk17-windows>

### 3 Part

A primeira etapa da modelagem consiste em desenhar a estrutura desejada em 2D. Para isso, seleciona-se em Module Part -> create part.





Na janela, seleciona-se 3D para Modeling space, deformable para type e Shell para shape em Base feature. Em base feature também seleciona-se extrusion como type.

Abaqus/CAE Learning Edition 202 File Model Viewport View	(Newport 1) Dat Davas Sastus Taals Divisies Hale *2	- U X
The Model elemport files	באר אַיאָר דער אַראָר אָראָער דער אָראָער אָראָר אָראָר אָראָר אָראָר אָראָר אָראָר אָראָר אָראָר גער אָראָראָר באר אַראָראָראָראָראָראָראָראָראָראָראָראָראָר	
Model Results	Model: Part Model: Model: Model: Model: Part C	
🚝 Model Data 🗸 🌲 🗞 🦃	t → Create Part ×	
🗆 🎎 Models (1) 🔷 🔨	Name: Part-1	
Model-1	📈 film - Modeling Space	
Parts R Materials	O 3D O 2D Planar O Axivymmetric	
S Calibrations		
Sections	Type Options	
Profiles	Contraction of the second seco	
⊞ o <sup>l</sup> a Steps (1)	Objecte rigid None available	
👷 Field Output Reque:	Analytical rigid	
Time Points		
🛄 ALE Adaptive Mesh	(XY2) - A	
L Interactions	AU A Shape Type	
Contact Controls	O Solid Planar	
🥻 Contact Initialization		
Contact Stabilization		
Constraints		
🗄 ቻ Fields	Anorximate size: 1000	
Amplitudes		
- 🗠 Loads	Contrue Concel	
- 📙 Predefined Fields 🗸		2
< >	rin out the Greate Part Glaing	∂S SIMULIA
Application restart The model database	d after 70 minutes of idle time; the license vill be checked within the next 3 minutes. C.Visersynoshi\Documents\Dubbleb)cae" has been opened.	
A new model databas The model "Model-1"	a has been created.	
····		135

Fonte: Autor

Determinadas as propriedades, inicia-se a etapa em que é desenhada a figura a ser extrudada. Recomenda-se sempre iniciar o desenho próximo à origem do sistema cartesiano do software, facilitando a vizualização para etapas posteriores. As funções mais utilizadas são create line, add dimension e edit dimension, mostradas na figura a seguir.

				04	10.0					
Abaqus/CAE Learning Edition 20	23 [Viewport: 1]		-			-				– o ×
Eile Model Viewport ⊻iev	w <u>E</u> dit <u>A</u> dd <u>T</u> ools	Plug-ins <u>H</u> elp <b>N</b> ?								- 8 ×
					tt x x Yt L X tz	× † Y z z Y t Ł	1 2 3 4	*		
i 🗋 🗃 📾 🖶 🛔 i 4	÷ 🔿 🔍 🔀 1				900	۵ 🍙 🗊				
Model Results	Module: 🖨 Part	🗸 Model: 🗘 Mod	el-1 🗸 Part: 🗘	$\sim$						
🚝 Model Data 🗸 🌲 😵	- ( **)		+++++	+++++		<u>         </u>			+++++	- <u>Y</u>
🗆 🍰 Models (1) 🔷					<u>⊢</u> 75.	<del>=   = <sup>75.</sup> =  </del>				-
Model-1					L H	ЦНЦ				
🕒 Parts	47 P					كوري ليها				- 1
Caliburation of	1 <b>( ) ( )</b>									
Sections	C At									_
Profiles	1 × 1 + 1					┝╞╞┼╋┼┼				-
🗄 🎎 Assembly										-
⊞ o <sup>l⊈</sup> a Steps (1)	<b>2</b>									-
- Em Field Output Reque:										-
😾 History Output Requ						✓ 417.				-
E 015 Odentive Mark										_
Interactions	Ľ, <del>∕</del> ∕									-
HINTERACTION Propertie										-
- K Contact Controls										
- 🎢 Contact Initializatio										_
Contact Stabilization	<b>a a</b>									-
Constraints		., H								-
Connector Sections	r 💉	Y			7	1	—			
Amplitudes	La La	1 .H+++								-
Loads		∠ <b>→</b> ×		┼┼╼	270	œ-¦-e2	270	╾╼╾┥		-
BCs					270		270.			-
Predefined Fields	듲 🗙 Select the er	ntity to dimension				•••••				<i>≩</i> S SIMULIA
The model database	"C:\Users\voshi\	Documents\bbbbbb.	cae" has been o	pened.						^
A new model databas	e has been creat	ted.								
Varning: Cannot con	tinue yetcompl	lete the step or c	ancel the proce	edure.						¥

Figura 3

Fonte: Autor

Terminado o desenho em 2D, define-se a profundidade da estrutura a ser extrudada



Fonte: Autor

### 4 Property

Em property define-se as propriedades dos materiais utilizados, como módulo de Young e coeficiente de Poisson. No exemplo, é utilizado o aço e considerada a elasticidade do material. as figuras a seguir mostram como estabelecer essas variáveis no programa.



Figura 5

Fonte: Autor



Fonte: Autor

Figura 7

💠 Abaqus/CAE Learning Edition 2023 [Viewport: 1]		– 0 ×
Eile Model Viewport ⊻iew Material Section Profile Composition	🖨 Edit Material 🛛 🕹	_ <i>8</i> ×
	Name: Material-1 Description:	3 4 🙏 ● 🕅 <sup>•</sup> ○ ○ 🔓 🚛 🐄 Property defaults 🛛 🗊 🔹 🗄 🛄
Model Results Material Library Woulde: Property V Would:	Material Behaviors	
Model Date   Model Date   Parts (1)   Model Settions   Calibrations   Settions   Profiles   Profiles	Elastic  General Mechanical Thermal Electrical/Magnetic Qther  Elastic  Type: [sotropic Use temperature-dependent data Number of field variables: 0 \$ Moduli time scale (for viscelasticity): Long-term No compression No tension Data  Vuang's Poisson's Modulus Ratio 1 206000 0.3	
E Predefined Fields		35 5100111 10
The model database "C:\Users\yoshi\Documents\bbb A new model database has been created. The model "Model-1" has been created. Warning: Cannot continue yetcomplete the step o	OK Cancel	▲ ▼ .::

Fonte: Autor

É possível escolher o material e a espessura de cada componente. Repetir o processo para determinar todos os componentes desejados. No exemplo, foram determinados a alma, flange e chapa.



Fonte: Autor

Figura 9



Fonte: Autor



Figura 10

Fonte: Autor

Após determinar a caracterítica de cada componente da estrutura, é possível atribuir o que cada componente representa na estrutura, como mostra a figura a seguir. É necessário selecionar o componente desejado (no caso do exemplo, as chapas indicadas pelas setas - segurar shift para selecionar mais de uma peça) e selecionar o componente em "section".





Fonte: Autor

### 5 Assembly

Em assembly, a principal função é unir os componentes da estrutura. Primeiramente utilizamos o create instance.



Figura 12

Fonte: Autor



Fonte: Autor

#### A seguir, transladamos a estrutura para a origem do sistema



Figura 14

Fonte: Autor

### 6 Step

Em step determina-se os frames de incremento, ou seja, a divisão da análise em estágios sequenciais, permitindo uma modelagem detalhada de diferentes comportamentos e interações ao longo do tempo. As etapas permitem que você modele progressivamente o comportamento do sistema à medida que ele responde às diferentes influências e carregamentos. Por exemplo, você pode modelar uma análise estática inicial, seguida por uma análise dinâmica para simular ressonância ou vibrações, e então adicionar uma etapa térmica para estudar o comportamento do sistema sob variações de temperatura.



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Figura 17



Fonte: Autor

### 7 Interaction

Em interaction, primeiro define-se o Reference Point(RP), ou seja, o ponto que será considerado para o cálculo das tensões e deformações decorrentes da carga. No exemplo, são estabelecidos dois RPs, cada um em uma extremidade da estrutura.



Figura 18

Fonte: Autor



Fonte: Autor

Após determinar o RP, amarra-se os pontos dependentes de cada ponto de referência, denominados pontos de restrição. Obs: selecionar primeiro o ponto de referência e somente depois os pontos dependentes. Realizar o processo para os dois pontos de referência.

0	
Abanu//AE Lazmine Edition 2023 U/seanott 11	- 11 X
→ Adaptor Sectioning California (Single Single) Comparison Comparison Statistic Comparison Control (Comparison Control (Comparison Comparison Compari	
Be The Effort Liew Instantion of Dispanse collision sherei isatile Tons Hudans Tich at the Lith the Lith at the set of the lither the set of the lither the set of t	
! 🗋 🗃 🖶 🧒 🔮 📳 ! 🕂 🦿 🤍 📉 🔛 11 !! 🗄 🙏 !> 🏧 🔜 📲 🗏 '찍, 그는 (한) 속의 🗗 🗇 ! 🕮 🎒 🕼 🌔 (〇) 🗢 📉 스 스 🍒 🛄 ! 🖏 Assembly def	aults 🕑 💋 🔻 🖳
Model Results Model: Dinteraction v Model: Dinteraction v Step: Step-1 v	
Model Date     Model Date <th>z t</th>	z t
T Interactions	
The interaction Property 🖉 🖌 Fill out the Edit Constraint dialog	<i>3</i> S SIMULIA
The model database "C:\Users\yosh\Documents\bbbbbb.cae" has been opened. A new model database has been created. The model 'Model-1' has been created. Warning: Cannot continue yetcomplete the step or cancel the procedure.	× .::
n 🖷 🔎 🐯 💐 🧰 💽 📥 🎬 👘 🔿 👘	備 4≫ 01:18 □ 14/08/2023 □

Figura 20

Fonte: Autor

### 8 Load

Nessa etapa é estabelecida a carga e como ela é aplicada ao longo da estrutura. Primeiro determina-se a condição de contorno. Para isso, seleciona-se mechanical em categoria e Symmetry/Antissymetry/Encastre em type. é necessário realizar isso para cada RP, selecionando-se a opção "ENCASTRE". Obs: repetir a operação para cada ponto de referência.



Fonte: Autor



Figura 22

Fonte: Autor

Figura 23



Fonte: Autor

Determinadas as condições de contorno, é necessário estabelecer a carga aplicada na estrutura. Seleciona-se "mechanical"para categoria e "pressure". Nessa etapa é possível escolher em qual componente a carga é aplicada e qual a magnetude dessa força. No exemplo, a carga é aplicada na parte inferior da chapa, uniformemente, representada por "purple"na modelo



Fonte: Autor

Figura 25



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Figura 27



Fonte: Autor

### 9 Mesh

A função mesh estabelece a criação e configuração da discretização em elementos finitos da geometria de um modelo. Primeiro é estabelecido a discretização em seed edges. Na versão estudantil, o máximo valor possível é 100, porém,quanto maior o valor, mais preciso será o resultado da simulação. Obs: como não foi selecionada a opção "Make independent"quando realizou-se o assembly, é importante sempre selecionar a opção "Part"destacada em amarelo para conseguirmos realizar as funções descritas.



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Figura 30



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Figura	32
	~ -



Fonte: Autor

## 10 Job

Última etapa do processo de modelagem, a função Job aplica a simulação do efeito da carga sobre o elemento modelado. a partir dos resultados, é possível observar quais são os pontos críticos e as respectivas cargas nas posíções desejadas.



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Figura 35



Fonte: Autor



Figura 37



Fonte: Autor

Após a submissão dos resultados, é possível visualizar como as tensões estão distribuídas sobre a estrutura. Para gerar uma visualização de 1:1 na deforamação da figura, clique em options -> common -> uniform e coloque o valor de 1.



#### Figura 38





Fonte: Autor