



XXX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica  
19 a 23 de agosto de 2024, Uberaba, Minas Gerais, Brasil

## CONCEPÇÃO DE UMA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE APROVEITAMENTO TOTAL DO COCO

Breno Dourado Xavier, [brenodourado200@hotmail.com](mailto:brenodourado200@hotmail.com)

<sup>1</sup> Centro Universitário UDF, SGAS 903 Conj. D, Lote 79 Asa Sul – Brasília CEP 70390-030

**Resumo.** *Esse artigo trata-se do estudo da concepção de uma máquina de aproveitamento total do coco em que será mostrado o funcionamento da máquina, uma revisão sobre a Eletropneumática que possibilitou a concepção da máquina. A automação é um dos métodos que o ser humano utiliza para facilitar seu trabalho e fazê-lo de uma forma mais rápida e eficiente, nessa área de automação existe a pneumática que utiliza como fonte de energia o ar e tem conquistado um espaço no parque industrial. Portanto, esse trabalho tem como objetivo entender e desenvolver uma máquina eletropneumática que seja capaz de tratar o coco para extrair de forma instantânea a água, a castanha (parte branca do coco) e a casca triturada. Ao longo do trabalho, tem-se uma máquina projetada no software SolidWorks Versão 2023 e suas plantas pneumáticas desenvolvidas no software Automation Studio versão estudante, a noção do orçamento da máquina por meio de pesquisas e os cálculos dos diâmetros que os atuadores da máquina devem ter. O coco é o fruto do coqueiro com diversos benefícios para o ser humano na área da alimentação e do lazer, pois a água presente em seu interior é rica em nutrientes, como cálcio, potássio e magnésio. Por meio da sua castanha (polpa) é possível obter vários alimentos, como o óleo de coco, o leite de coco, o coco ralado, etc. E a sua casca, quando triturada, viram fibras que servem de base à biomantas que ajudam a recompor a vegetação e são usadas na confecção de roupas, chapéus, toalhas de mesa e recheio dos bancos de automóveis. Existem várias indústrias que tratam o coco no Brasil, algumas delas possuem máquinas manuais que facilitam o tratamento do coco, como furar e cortar. Outras indústrias possuem máquinas eletromecânicas que cortam vários cocos por minuto, porém o trabalho de retirar a castanha e triturar a casca ainda é feito manualmente. Porém, para esse projeto, foi feita uma concepção de uma máquina que usa automação pneumática para tratar o coco, ou seja, furar para extrair a água, cortar para extrair a castanha (polpa) e mandar para o triturador para se obter a fibra, tendo a ação humana de apenas colocar o coco na máquina.*

**Palavras chave:** *Concepção. Máquina. Coco. Eletropneumática.*

**Abstract.** *This article is a study of the design of a machine for the total use of coconuts in which the functioning of the machine will be shown, a review of the Electro-Pneumatics that made the design of the machine possible. Automation is one of the methods that human beings use to facilitate their work and do it in a faster and more efficient way. In this area of automation, there is pneumatics, which uses air as an energy source and has gained space in the industrial park. . Therefore, this work aims to understand and develop an electro-pneumatic machine that is capable of treating coconuts to instantly extract the water, nuts (white part of the coconut) and crushed shell. Throughout the work, we have a machine designed in SolidWorks software version 2023, its pneumatic plants and electrical circuits developed in Automation Studio student version software, the notion of the machine's budget through research and calculations of the diameters that the machine's actuators should have. Coconut is the fruit of the coconut tree with several benefits for humans in the area of food and leisure, as the water present inside is rich in nutrients, such as calcium, potassium and magnesium. Through its nuts (pulp) it is possible to obtain various foods, such as coconut oil, coconut milk, grated coconut, coconut flakes, etc. And its bark, when crushed, turns into fibers that serve as the basis for biomats that help to restore vegetation and are used to make clothes, hats, tablecloths and filling car seats. There are several industries that treat coconuts in Brazil, some of them have manual machines that facilitate coconut treatment, such as drilling and cutting. Other industries have electromechanical machines that cut several coconuts per minute, but the work of removing the nuts and crushing the shell is still done manually. However, for this project, a machine was designed that uses pneumatic automation to treat the coconut, that is, drilling to extract the water, cutting to extract the nuts (pulp) and sending it to the crusher to obtain the fiber, taking the human action of just placing the coconut in the machine. .*

**Keywords:** *Conception. Machine. Coconut. Electropneumatic.*

### 1. INTRODUÇÃO

Podemos resumir todas as formas comerciais de transmissão de energia na indústria a apenas três: mecânica, elétrica e fluídica. A transmissão de energia por meios mecânicos é a mais antiga de todas: nos primórdios da civilização já se utilizava a força humana ou animal para movimentar equipamentos e realizar trabalho. Por fim, destaca-se a transmissão de energia por meios fluídicos, que se dá através da hidráulica e da pneumática que, em termos modernos, as transmissões hidráulica e pneumática baseiam-se em um mesmo princípio: fluidos aumentam sua pressão quando recebem energia, e é essa variação de pressão que pode então ser convertida em movimento. Um exemplo clássico é um fluido pressurizado empurrando um êmbolo, como no macaco hidráulico; na pneumática se refere ao uso de ar comprimido, por tanto em estado gasoso. Esse trabalho se refere unicamente na área da pneumática.

Como já foi falado, existem muitas indústrias que possuem máquinas manuais ou elétricas que tratam de um processo específico do coco, como furar, cortar, descascar etc. Contudo, a maioria dessas máquinas realiza apenas uma tarefa específica, necessitando muito da intervenção humana para realizar outras funções que essas máquinas não fazem; ou simplesmente o trabalho de transportar manualmente o coco para cada uma dessas máquinas específicas para realizar determinado trabalho. Usando os conhecimentos de eletropneumática, foi projetado uma máquina automatizada que trata o coco retirando a água, a castanha (polpa) e a casca. Aumentando assim a produção e reduzindo os custos.

## 2. METODOLOGIA

Pode-se aplicar o uso da pneumática à diversas situações, umas das formas de se projetar um Sistema Eletropneumático e, que foi adotada para realizar esse trabalho, foi seguindo os seguintes passos:

PASSO 1: Descrever o funcionamento do sistema. Nesse passo, o sistema deverá ser mostrado, interpretado e assim decidir quais ações em linha de produção poderão ser automatizadas. Para isso, usa-se o software SolidWorks.

PASSO 2: Criar o diagrama trajeto-passo. Nesse passo, cria um diagrama que descreve a ação dos atuadores no sistema, como avançar, parar e retornar ao longo de toda execução da máquina.

PASSO 3: Determinar o tipo de atuador a ser usado. Nesse passo, decide qual melhor atuador para ser usado em cada etapa do sistema, de acordo com o objetivo que se deseja conseguir naquela etapa, como já vimos existe muitos tipos de cilindros, além de outros atuadores, como motores.

PASSO 4: Escolher às válvulas a serem usadas. Nesse passo, decide qual melhor válvula para ser usada no sistema, visto que existem várias válvulas acionadas por diversos tipos de acionamento, seja por alavanca, botão, solenoides etc.

PASSO 5: Definir quais sensores acionam os passos. Nesse passo, escolhe-se os tipos de sensores que serão usados, o local onde eles ficarão no sistema e a forma como serão acionados, seja no avanço, na parada ou retorno do atuador.

PASSO 6: Definir à lógica de acionamentos dos atuadores associando comandos elétricos na válvula. Nesse passo, determina-se o tipo de movimento que o atuador fará seja avançar, parar ou retornar, por meio de acionamentos elétricos feitos na válvula.

### 2.1. Projeto Conceitual

À Fig. 1 mostra com seria a máquina eletropneumática, uma máquina totalmente automatizada, tendo à necessidade da ação humana apenas de colocar o coco na esteira. Considerando às dimensões da esteira usada na concepção desse projeto (1000x2000x500) em milímetros, foi estimado que o coco que será tratado na máquina deve ter no máximo 19 cm de largura e no máximo 15 cm de altura.

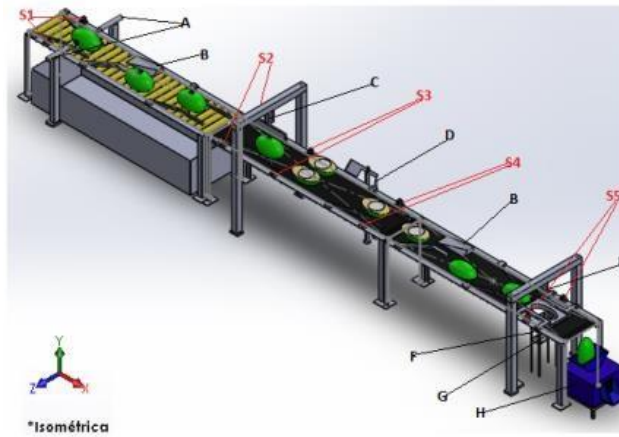


Figura 1 – Máquina Eletropneumática (feita no SolidWorks).

O projeto consiste em três esteiras, uma apenas com roletes e às outras duas com roletes e forradas com tapete. O processo inicia na esteira só com roletes. Na sequência, Tab. 1, são apresentadas às estações:

Tabela 1 – Estações da Máquina

Estação	Atuador	Fase
Furar	A	Furar o coco na latera
Virar	B	Virar o coco e a banda do coco
Cortar	C	Cortar o coco
Parar	D	Parar uma das bandas do coco
Segurar	E	Segurar uma banda do coco
Retirar	Fe G	Retirar a castanha (parte branca) do coco
Triturar	H	Triturar a casca do coco

### 2.1.1. Primeira Esteira

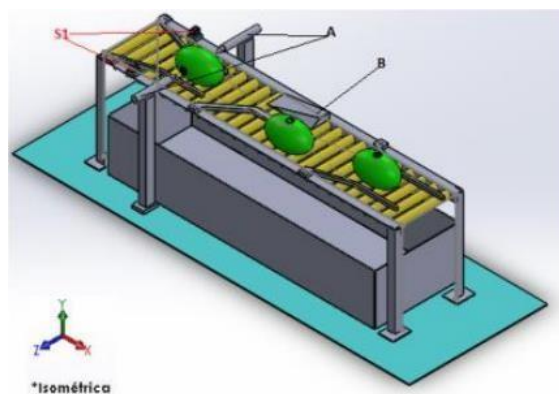


Figura 2 – A primeira esteira onde ocorrem às estações de furar e virar o coco.

A letra A corresponde aos atuadores (cilindros) que furam o coco na lateral, esse cilindros são acionados por um par de sensores ópticos (S1) que são colocados ao lado desses cilindros, assim que o coco passa por esses sensores leva um tempo para que a esteira pare, para que assim, o coco fique entre esses cilindros que são acionados ao mesmo tempo, furando o coco na lateral. Após um tempo esses cilindros retornam ao seu estado inicial e o coco continua avançando e a água cai em um reservatório que está em baixo de toda esteira.

O coco é guiado por uma guia que o conduz para uma rampa (B) que está fixa na lateral da esteira, mas ela não toca nos roletes, ficando totalmente fixa na esteira quando há movimento nos roletes. Quando o coco passa por essa rampa que foi projetada para fazer o coco girar, para que um dos furos feitos na lateral do coco passe para baixo, para que assim, a água do coco sai completamente ficando armazenada no reservatório. O coco segue conduzido por guias que o levam ao centro da esteira para próxima esteira.

### 2.1.2. Segunda Esteira

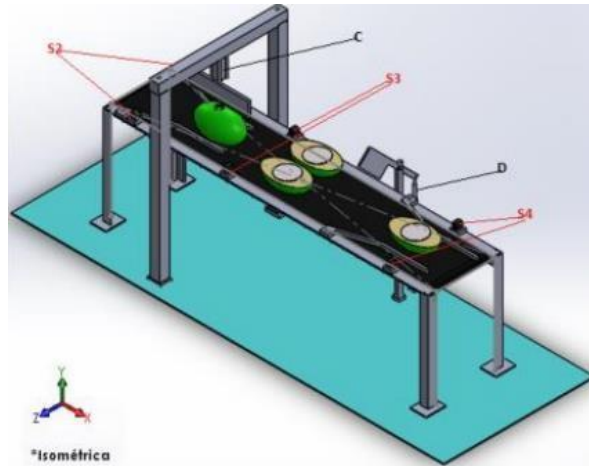


Figura 3 – A segunda esteira onde ocorrem às estações de partir e parar o coco.

O coco ao chegar na segunda esteira passa por sensores ópticos (S2), que após um tempo, param o movimento da esteira, isso para que o coco fique na melhor posição possível para que o atuador B corte o coco da forma desejada, ficando as metades do coco lado a lado. A seguir, o atuador B retorna para cima, e a esteira volta a funcionar e as duas metades do coco que estão lado a lado seguem.

Em seguida, com a esteira em movimento, as duas metades do coco acionam os sensores (S3) que fazem com que o atuador D, que é um cilindro que movimenta um mecanismo (Fig. 4), mova o mecanismo para impedir a passagem de uma das metades do coco, assim somente a metade ao seu lado segue o caminho, e essa metade é conduzida pelas guias da esteira que a levam para o centro, e quando essa metade que seguiu passa pelo último sensor da segunda esteira (S4), esse sensor aciona o atuador C, novamente, para que o mecanismo volte à posição inicial, liberando à outra metade que foi impedida de passar. Assim, as duas metades de coco que estavam lado a lado passam a ser uma atrás da outra, seguindo para última esteira.



Figura 4 – Mecanismo projetado para parar uma banda do coco.

### 2.1.3. Terceira Esteira

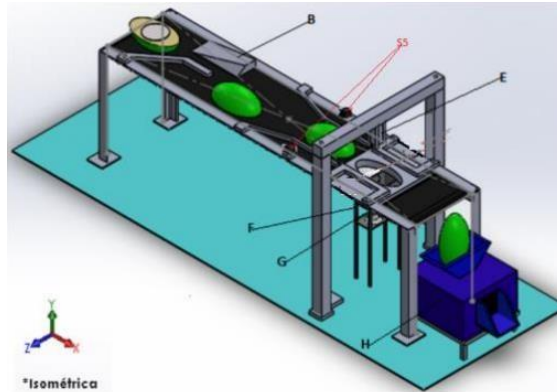


Figura 5 – A terceira esteira onde ocorrem as estações de virar, segurar, retirar e triturar o coco.

Assim que a metade do coco chega na terceira esteira ela é conduzida pela guia que a leva para a rampa, do mesmo tipo que é usada na primeira esteira, então a parte que possui a castanha do coco fica para baixo, para que assim ocorra a extração da castanha por baixo.

Após a metade do coco girar, as guias na esteira a conduzem até o centro, então a metade do coco passa pelos sensores S5 (acionam os sensores S5 que, sendo usado um temporizador, acionam os atuadores, em seus devidos tempos, para extração da castanha) e vai para uma região da esteira que é sem roletes e tapete, que é imóvel e possui uma abertura menor que a metade do coco, para que a castanha do coco fique exposta para extração, Fig. 6.

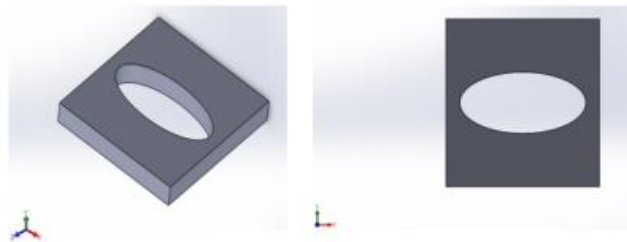


Figura 6 – Região da esteira imóvel em três e duas dimensões.

Então, a metade do coco fica nessa região e vem o atuador E e segura a banda do coco por cima, pressionando ela de uma forma que não a quebre, apenas deixe ela imóvel para o processo de retirar a castanha por baixo da esteira.

Após o atuador E segurar a banda do coco, o processo de retirada da castanha (parte branca do coco) começa, por meio de um sistema formado por um cilindro de dupla ação (atuador F), por um cilindro rotativo (atuador G), um adaptador que fica na ponta do cilindro para unir o cilindro rotativo ao cilindro linear, como mostra na Fig. 7.



Figura 7 – Sistema para extração da castanha do coco.

Assim como na extração da água do coco, que acontece na primeira esteira, que é necessário ter um reservatório para armazenar a água, da mesma forma é preciso ter um reservatório para armazenar a castanha do coco (parte branca). Para isso, foi projetado um gabinete (Fig.8) exclusivo para o sistema da Fig. 7, para que sejam armazenadas as castanhas do coco, que cairão por gravidade.

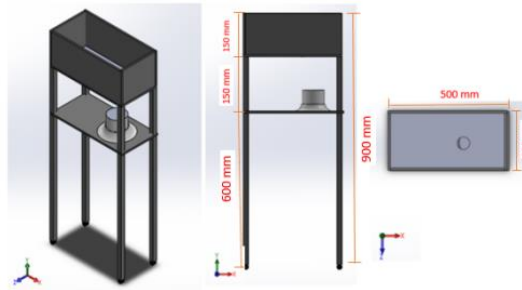


Figura 8 - Gabinete exclusivo para o sistema usado para extração da castanha (em três vistas).

Ao final da terceira esteira podemos ver um triturador em que a metade do coco vai cair por gravidade nele e ser triturada. Considerando que existem vários modelos de triturador, deve ser usado um apropriado para se por no final da esteira para que a metade do coco caia naturalmente dentro.

## 2.2. Sistemas Eletropneumáticas

A automação concebida neste trabalho decorre de uma sequência de movimentos discretos realizados no coco, que resultam em furar, virar, cortar, parar temporariamente uma das metades do coco cortada, girar a metade do coco, segurar, retirar a castanha e triturar. E como o projeto é composto por três esteiras, foram projetadas três plantas pneumáticas para cada esteira, seus respectivos diagrama Trajeto-Passos que mostram o funcionamento de seus sistemas, usando o software Atomation Studio.

### 2.2.1. Sistema da primeira esteira

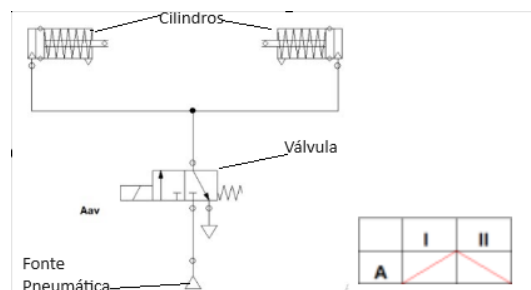


Figura 9 – Sistema pneumático da primeira esteira e seu diagrama Trajeto-Passo. (Automation Studio).

Na Fig.9 mostra a representação de dois cilindros que quando ativados furam o coco simultaneamente na lateral, uma válvula de controle direcional 3/2 para direcionar o sentido de fluxo atendendo à necessidade do circuito, e uma fonte pneumática de onde o fluxo de ar é gerado. No diagrama Trajeto-Passo o atuador A avança e retorna.

### 2.2.2. Sistema da segunda esteira

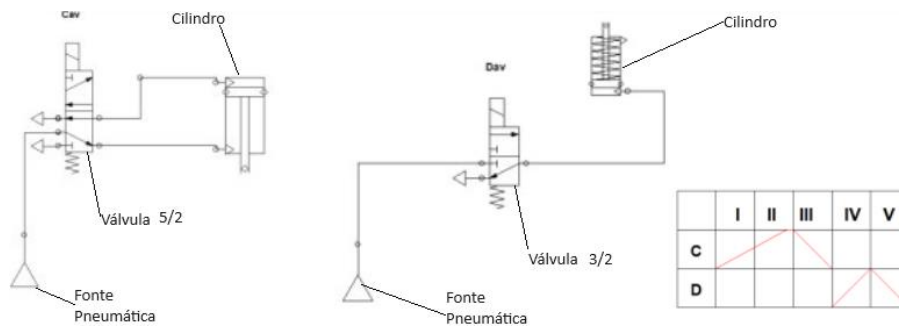


Figura 10 – Plantas Pneumática da ação de cortar e parar o coco, respectivamente, e seus diagramas Trajeto-Passos. (Automation Studio).

Na Fig.10 temos a representação de um cilindro de dupla ação (cortar o coco) e um retornado por mola (ativar o mecanismo), duas válvulas 5/2 e 3/2 e duas fontes pneumáticas. No diagrama Trajeto-Passo o atuador C (cilindro de dupla ação) avança e segundos depois retorna, o atuador D (cilindro retornado por mola) avança ativado por um sensor e retorna ativador por outro sensor.

### 2.2.3. Sistema da terceira esteira

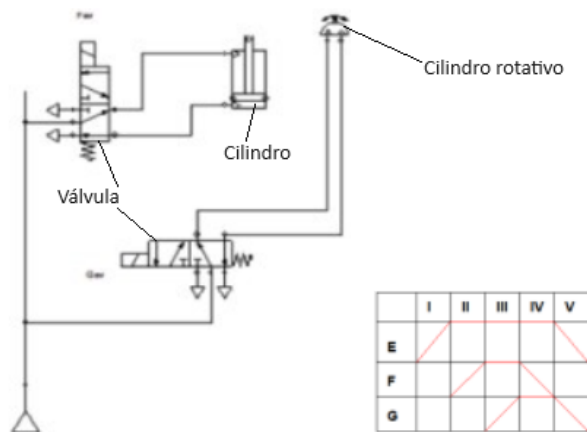


Figura 11 – Planta para retirada da castanha e seu diagrama Tajeto-Passo. (Automation Studio).

Na Fig.11 apresenta duas válvulas 5/2, um cilindro dupla ação para segurar a metade do coco e um cilindro rotativo que quando acionado, com auxílio de uma ferramenta, retira a castanha (polpa) do coco.

### 2.3. Cálculo do diâmetro do cilindro

A força de um cilindro pneumático é igual à pressão exercida pelo ar comprimido vezes a área do êmbolo do cilindro (Teorema de Pascal):

$$F = P \cdot A \quad (1)$$

Para esse projeto, foi pesquisado o valor da pressão específica de algumas madeiras, dentre essas madeiras, foi escolhida a maçaranduba, em que sua pressão específica de corte é de 7,06 N/mm<sup>2</sup>.

$$Ks = F/A \quad (2)$$

Por meio da Eq. (2) pode-se descobrir o valor da força F usando o valor da área A (área da secção transversal da ponta da ferramenta da lâmina que corta o coco) que é um valor de 51,142 mm<sup>2</sup>. Assim, obteve-se um valor aproximado da força igual 361,06 N. E o compressor de ar escolhido foi um que gera uma pressão de 8 bar. Usando o valor calculado da força e jogando na Eq. 1, encontrou-se a área A.

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (3)$$

A área A deu aproximadamente 44,25 cm e usando a Eq. (3) obteve-se o valor do raio de 3,75 cm, assim, precisamos de um cilindro de diâmetro de 75 mm.

Tabela 2 – Orçamento da Máquina

Componentes	Valor	Quantidade	Total	Loja
Cilindro Simples Aço	R\$ 822,55	3	R\$ 2.467,65	UMNA
Cilindro de Dupla Aço	R\$ 1.562,03	3	R\$ 4.686,09	Viewtech
Válvulo 3/2 Retorno por Mola	R\$ 114,80	6	R\$ 688,80	Mercado Livre
Sensores Ópticos	R\$ 384,35	5	R\$ 1.921,75	Viewtech
Compressores de Ar	R\$ 22.229,00	1	R\$ 22.229,00	Loja do Mecânico
Lubrifil	R\$ 1.300,64	1	R\$ 1.300,64	Viewtech
Manômetro	R\$ 214,01	1	R\$ 214,01	Viewtech
Triturador	R\$ 789,90	1	R\$ 789,90	Loja do Mecânica
Cilindro Rotativo	R\$ 299,00	1	R\$ 299,00	Mercado Livre
Motor Elétrico	R\$ 1.269,90	3	R\$ 3.809,70	Loja do Mecânico
Esteira só com roletes	R\$ 3.500,00	1	R\$ 3.500,00	Cetro Máquinas
Esteira forrada com roletes	R\$ 6.750,00	2	R\$ 13.500	Cetro Máquinas
Contatora	R\$ 193,05	5	R\$ 965,25	Loja do Mecânico
Contatora Temporizadora (On- Delay)	R\$ 134,77	14	R\$ 1.886,78	Magalu
Total Geral			R\$ 58.258,57	

### 3. AGRADECIMENTOS

À Aida Alves Fadel, ex-professora do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, que orientou para elaboração do projeto de Concepção de uma Máquina Automática de Aproveitamento Total do coco. Hoje ela descansa, mas seu legado permanece.

### 4. REFERÊNCIAS

Recentemente, Xavier (2023), “Concepção de uma Máquina Automática de Aproveitamento Total do Coco”, Projeto Final de Curso Engenharia de Controle e Automação, Universidade de Brasília.

### 5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O autor é o único responsável pela informação incluída neste trabalho.