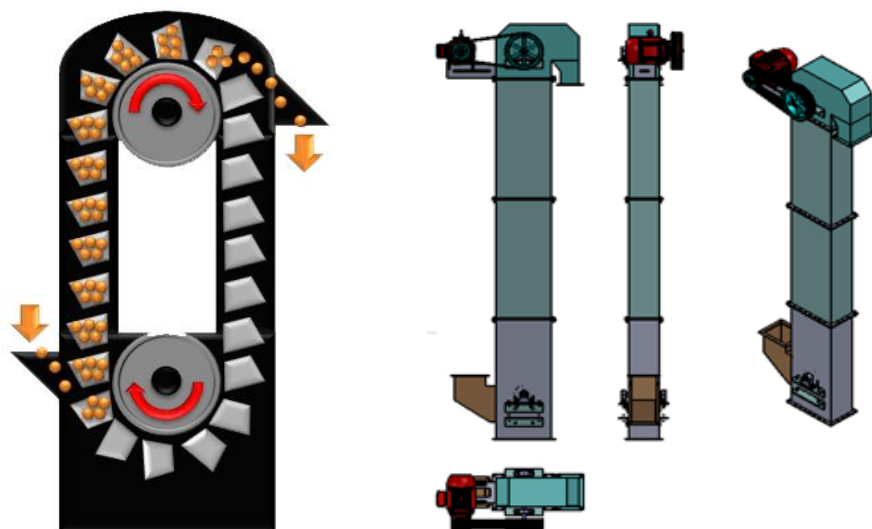




UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
ENG 320 - TRANSPORTES MECÂNICOS

EXPERIMENTO II - ELEVADORES DE CANECAS



AVANÇAR

VOLTAR

## 1- APRESENTAÇÃO

Este experimento é integrante do programa da disciplina ENG320 - Transportes Mecânicos, do curso de graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia e tem como objetivo a complementação do conteúdo abordado na sala de aula e sua aplicação prática para melhor assimilação do mesmo por parte do aluno. Para tanto, o experimento contempla medições, cálculos e resolução de problema envolvendo um transportador mecânicos do tipo "Elevador de Canecas" tendo como objeto do estudo o protótipo de transportador deste tipo confeccionado por alunos da turma de 2011.2 desta disciplina.



INSTRUÇÕES

VOLTAR

## 2- INSTRUÇÕES

Na primeira etapa do experimento, de posse do protótipo, devem ser realizadas algumas medições de grandezas tais como cotas, volume e tempo para as quais serão necessários alguns materiais conforme indicado no item "2.1- MATERIAIS SUGERIDOS" apresentado abaixo. Serão, em seguida, calculados parâmetros dependentes dos valores medidos. Entre os parâmetros estarão velocidade da correia, vazão mássica, vazão volumétrica, comprimento da correia e para os seus cálculos será feito uso de equações provenientes da geometria, da física e dos conhecimentos adquiridos na disciplina transportes mecânicos. Estas duas primeiras etapas possibilitarão o conhecimento do funcionamento do protótipo e seu dimensional. A terceira etapa constitui-se da simulação de uma situação problema na qual deverá ser selecionado o melhor local de aplicação do protótipo numa indústria que necessita de elevador de canecas em pontos distintos de sua planta para também distintos materiais e vazões de trabalho. Por fim, o experimento traz ainda um tópico de análise de possíveis modificações para melhoria do funcionamento do equipamento, tendo ainda como base os parâmetros encontrados nas duas primeiras etapas.

### 2.1- MATERIAIS SUGERIDOS

- Trena
- Paquímetro
- Copo de medida (para medida de volume de líquidos)
- Seringa
- Cronômetro
- Piloto para quadro branco



MEDIDAS

VOLTAR

### 3- MEDIDAS

A metodologia e materiais usados para obtenção dos valores desejados apresentados neste guia são sugestões que não necessariamente tem que ser seguidas desta maneira. É importante apenas que se siga um método que garanta o conhecimento das variáveis desejadas e que serão apresentadas a seguir.

#### 3.1- TEMPO DE UMA VOLTA COMPLETA DO EC ( $\Delta t$ )

Para medida do tempo que o EC leva para dar uma volta completa sugere-se que se siga o seguinte passo a passo:

3.1.1- Posicione uma das canecas no topo do EC e, com o piloto marque-a com um "x"



3.1.2- Com o cronômetro em mãos, ligue o EC e registre o tempo necessário para que a caneca marcada com o "x" dê uma volta completa. Aconselha-se que seja registrado o tempo 5 vezes e tirada a média dos tempos registrados para maior confiabilidade da medida.

Tempo 1	4,63	seg
Tempo 2	4,47	seg
Tempo 3	4,56	seg
Tempo 4	4,69	seg
Tempo 5	4,47	seg

TEMPO MÉDIO	4,56	segundos
-------------	------	----------

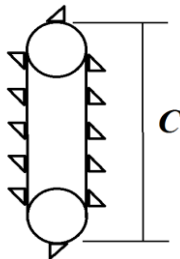
#### 3.2- COMPRIMENTO DA CORREIA (L)

3.2.1- Com a trena, medir a distância "C" entre o ponto superior do eixo de cima e o ponto inferior do eixo de baixo.

3.2.2- Utilizando-se do paquímetro, medir o diâmetro destes eixos. Como os eixos são iguais, basta tomar a medida do eixo superior

Distância C 1050 mm

Diâmetro D 50 mm



CONTINUAR

VOLTAR

O comprimento da correia pode ser calculado tendo como base as medidas C e D encontradas. Este comprimento será dado pela equação:

$$L = 2(C - D) + (\pi \cdot D)$$

COMPRIMENTO DA CORREIA (L) 2157,08 mm

Nesta equação o fator (C-D) é igual à distância entre centro dos tambores.

### 3.3- VELOCIDADE DA CORREIA (v)

Pela divisão do comprimento da correia L pelo tempo necessário para uma volta completa, temos a velocidade da correia:

$$v = \frac{L}{\Delta t}$$

VELOCIDADE DA CORREIA (v) 0,47 m/s

### 3.4- MEDIDA DO VOLUME DE UMA CANECA (V)

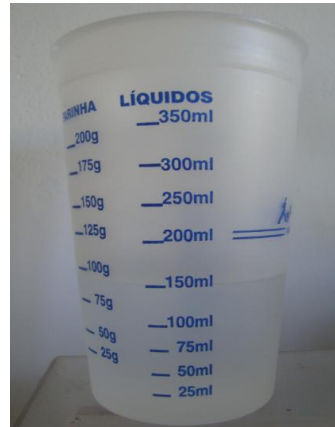
Para medida do volume de uma caneca, recomendamos a utilização do copo medidor e da seringa.

3.4.1- Preencher o copo de medida com uma quantidade conhecida de água.

3.4.2- Despejar água do copo em uma das canecas até que a mesma fique completamente cheia. O volume da caneca é obtido pela diferença da quantidade de água no copo de medida antes e depois de ser despejada na caneca.

VOLUME DE UMA CANECA (V) 86,5 ml

VOLUME DE UMA CANECA (V) 8,65E-05 m³



Recomenda-se que a retirada de água da caneca seja auxiliada pelo uso da seringa para garantir que não reste água na caneca ao fim do processo. A água retirada pode ser colocada de volta no copo, já esvaziado, para confirmação da medida obtida pelo diferencial de volume.

CONTINUAR

VOLTAR

### 3.5- NÚMERO DE CANECAS (N)

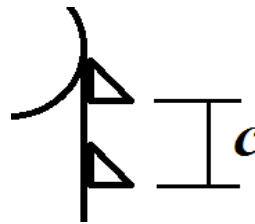
Nesta etapa deve apenas ser feita a contagem do número de canecas. Esta contagem pode ser auxiliada pela marcação com "x" já feita em uma das canecas. Para se garantir que não seja contada a mesma caneca duas vezes.

NÚMERO DE CANECAS (N)	20
-----------------------	----

### 3.6- PASSO DAS CANECAS ( c )

A medida do passo das canecas pode ser feito pela medida direta no protótipo, conforme figura, ou pela razão entre o comprimento da correia e o número de canecas:

$$c = \frac{L}{N}$$



PASSO ( c )	107,85 mm
-------------	-----------

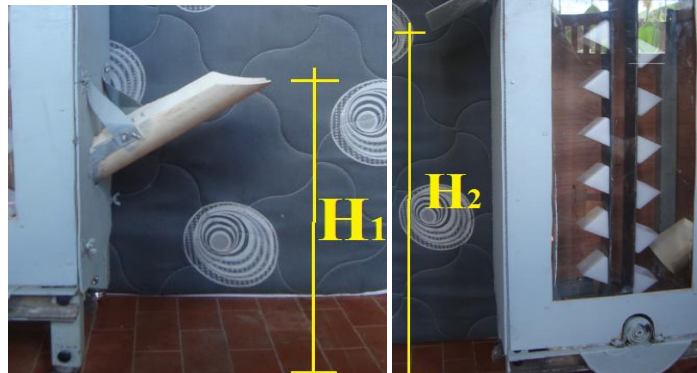
Não confundir a variável "c" (minúsculo) usada para o passo com a distância "C" (maiúsculo) já apresentada anteriormente

### 3.7- ALTURA DE ELEVAÇÃO (H)

Devido à dificuldade de se medir a distância vertical entre entrada e saída do EC, recomenda-se que seja feita a medida de cada uma delas em relação ao solo ( $H_1$  e  $H_2$  respectivamente) e, com a diferença entre elas obtem-se a altura de elevação H.

$H_1$	475 mm
$H_2$	850 mm

H	375 mm
---	--------



CONTINUAR

[VOLTAR](#)

#### 4- CÁLCULO DA VAZÃO DO EC

Terminada a etapa 3, seguimos para o cálculo da vazão, sendo este valor, juntamente com a altura de elevação, uma das principais características do EC. A diferença é que, enquanto a altura de elevação foi obtida apenas por uma tomada de medida, para a vazão será necessário um cálculo simples.

##### 4.1- VAZÃO VOLUMÉTRICA ( $Q_v$ )

A vazão volumétrica varia em função da velocidade da correia do EC e de sua capacidade, sendo este resultado do produto do volume de uma caneca pelo número de canecas do equipamento. O seu valor será dado aqui pela divisão da capacidade pelo tempo para dar uma volta. Sobre o valor do volume de uma caneca deve ainda ser adotado um fator de enchimento  $\Psi$  referente ao seu percentual cheio no momento de operação do EC ( $V \times \Psi$  = capacidade de uma caneca).

$$Q = \frac{(3600 \cdot V \cdot \psi \cdot v)}{c}$$

Fator $\Psi$	0,5
--------------	-----

$Q_v$	0,68 m <sup>3</sup> /h
-------	------------------------

##### 4.2- VAZÃO MÁSSICA ( $Q_m$ )

A vazão mássica é dependente do material a ser utilizado no EC. Na medida que for variado o peso específico do material, haverá alteração na vazão mássica. Para este experimento, sugerimos o estudo tendo o milho e derivados seus como material já que esta será a aplicação na situação problema apresentada na próxima etapa do experimento.

A vazão mássica será dada, conforme equação apresentada abaixo, pelo produto da vazão mássica pelo peso específico. Deve-se preencher a tabela abaixo com os materiais desejados e seus pesos específicos a serem extraídos do manual FAÇO de transportadores contínuos, tabela Tab.1-02 para que se obtenha, como resultado, a vazão mássica.

$$Q_m = Q_v \cdot \alpha$$

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO ( $\alpha$ )	CÓDIGO
MILHO	0,9 t/m <sup>3</sup>	C35N
MILHO DESCASCADO	0,8 t/m <sup>3</sup>	C35

MATERIAL	VAZÃO MÁSSICA $Q_m$ (t/h)
MILHO	0,61
MILHO DESCASCADO	0,55

[ESTUDO DE CASO](#)

VOLTAR

## 5- ESTUDO DE CASO

Tendo sido feitas todas as medições e cálculos necessários para o conhecimento do dimensional e capacidade do protótipo, este experimento segue, neste tópico, com o estudo de aplicação do mesmo, conforme situação problema apresentada abaixo.

A empresa "ENG320" está criando um projeto de planta modelo onde eles pretendem simular o funcionamento de alguns equipamentos da sua planta industrial de fabricação de fubá de milho antes da fabricação destes equipamentos em tamanho real. Com esta finalidade, eles criaram protótipos em escala reduzida para testes. A planta modelo simulará o funcionamento de bombas, compressores, trocadores de calor, vasos de pressão, transportadores mecânicos, entre outros equipamentos. Os protótipos foram fabricados por terceiros e enviados à empresa ENG320. Na chegada dos transportadores mecânicos, o engenheiro mecânico responsável pela planta modelo, ao checar os equipamentos e memórias de cálculo emitidas pela terceirizada, notou ter problemas com um dos elevadores de canecas. O engenheiro verificou a ausência do cálculo da potência do motor do equipamento e, ao testa-lo, encontrou alguns problemas no seu funcionamento. O EC em questão será fabricado em tamanho real para aplicação em dois pontos distintos da planta, sendo que operará nos dois pontos com o mesmo dimensional. Esta foi uma solução de racionalização de custos de manutenção encontrada pela empresa, onde ela conseguiu,

na fase de projeto, definir dois EC's com mesmo dimensional tanto para elevação do milho recém descarregado na sua planta quanto para o milho já descascado e passado pela primeira etapa de moagem. Tendo o problema com este protótipo, o engenheiro responsável enviou para sua empresa, especializada em transportadores, a memória de cálculo (equivalente aos itens anteriores deste experimento), um vídeo onde ele apresenta os problemas de funcionamento e algumas sugestões de alteração no modelo para sua empresa avaliar, selecionar as melhores delas ou propor novas e aplica-las com finalidade de sanar os problemas encontrados. Ao fim do trabalho, a sua empresa deve ainda emitir relatório conforme os itens 5.1 e 5.2 apresentados a seguir.

POTÊNCIA DO MOTOR



VOLTAR

### 5.1- CÁLCULO DA POTÊNCIA DO MOTOR

5.1.1- Neste Tópico, sua empresa deve apresentar o cálculo da potência requerida para o motor e avaliar se o motor utilizado no protótipo está de acordo com o seu serviço. Para a comparação da potência necessária calculada com a do motor, apresenta-se abaixo foto retirada do motor do elevador de canecas.



SUGESTÃO DE SOLUÇÃO:

$$Pot = \frac{v \cdot P \cdot [(C - D) + 12D]}{75\eta}$$

Sendo

$$P = \frac{1000 \cdot \alpha \cdot V}{c}$$

(por segurança usamos fator de enchimento da caneca de 100% para cálculo da potência do motor)

$\eta$	0,5
--------	-----

P	0,72	kg/m
---	------	------

POTÊNCIA NO EIXO DO EC	0,014556	HP
------------------------	----------	----

CONTINUAR

VOLTAR

Fator de serviço devido ao uso de transmissão por correia:

**Tabela 1 - Classificação de cargas**

Aplicação	Classe de carga	Aplicação	Classe de carga	Aplicação	Classe de carga
Agitadores		Dragas		Misturadores	
Líquidos puros	U	Guinchos, bombas e bombas	M	Betoneiras	M
Líquidos de densidade consistente	M	Despolpadores rotativos e peneiras	F	Borracha *	F
Líquidos de densidade variável	M			Pó de papel	M
Alimentadores		<b>Elevadores</b>		<b>Moinhos Rotativos</b>	
Alimentadores de rosca	U	Caçambas - cargas uniformes	U	De bolas e rolos	F
Transportadores (esteira e correia)	M	Caçambas - cargas pesadas	F	De mangueiras	F
		Elevadores de carga	M		
		Elevadores de cascas	M		
<b>Bobinadoras</b>		<b>Engarrafadoras e Enlatadoras</b>		<b>Papel</b>	
Metal	M			Agitadores (misturadores)	M
Papel	U			Alvejadores	U
Têxtil	M	Fornos Rotativos	M	Batedores e despolpadores	M
				Calandras	M
<b>Bombas</b>		Geradores	U	Supercalandras	F
Centrífugas	U			Cilindros	U
Diáfragma, multi-cilíndricas	U	Guinchos		Descascadores hidráulicos e mecânicos	M
Recíprocas de descarga livre	M	Cargas uniformes	M	Tambores descascadores	F
Rotativas a engrenagem	U	Cargas pesadas	F	Esticadores de feltro	M
				Pressas	U
<b>Borracha e Plástico</b>		<b>Indústrias Açucareiras</b>		Secadores	M
Calandras *	M	Moendas	F		
Equipamentos de laboratório	M	Facos de cana *	M	<b>Pontes rolantes</b>	
Extrusoras	U			Acionamento do carro e da ponte	F
Moinhos cilíndricos 2 em linha *	U	<b>Indústrias Alimentícias</b>		Acionamento do guincho	U
Moinhos cilíndricos 3 em linha *	M	Cozinhadores de cereais	U		
Refinadores *	M	Misturadores de massa, moedores de carne, picadores	M	<b>Saneamento</b>	
Trituradores e misturadores *	F			Aeradores	F
		<b>Indústrias Madeleiras</b>		Alimentadores, bombas, decantadores	U
<b>Britadores</b>		Alimentadores de plasma	M	Filtros moedores e peneiras	M
Pedras e minérios	F	Serras, tambores despolpadores, transportadores de toras	F	Clarificadores	U
				<b>Secadores e resfriadores rotativos</b>	M
<b>Cerâmica</b>		<b>Indústrias Metalúrgicas</b>			
Extrusoras e misturadores	M	Cortadores de chapas rotativos	M	<b>Torres de refrigeração</b>	F
Pressas de tijolo e ladrilhos	F	Cortadores de chapas de aço	F		
		Vibradores	F	<b>Transportadores</b>	
<b>Cimento</b>		Tritilhas	M	Caçambas, correia, corrente, esteira, rosca:	
Britadores de mandíbulas	F			- Cargas uniformes	U
Moinhos rotativos *	M	<b>Indústrias têxteis</b>		- Cargas picadas e intermitentes	M
Moinhos de bolas e rolos *	F	Calandras, cardos, filatonos, retorcadeiras, magareloquitas e máquinas de tintureira	M	Vibratórios	F
				<b>Ventiladores</b>	
<b>Classificadores Rotativos</b>	M	<b>Máquinas operatrizes</b>		Centrífugos	U
		Acionamento principal:	F	Outros	M
<b>Compressores</b>		- Cargas pesadas	M		
Centrífugos	U	- Cargas uniformes	U		
Multi-cilíndricos	M	Acionamento auxiliar	F		
Um cilindro	F	Pressas	F		
		Rosqueadora	F		
<b>Dentilarias</b>					
Cozinhadores - serviço contínuo	U				
Tachos de fermentação	U				
Serviço contínuo	U				
Misturadores	U				

\* Tempo de trabalho acima de 10 h/dia  
 U - Carga uniforme  
 M - Choques moderados  
 F - Choques fortes

**Tabela 2 - Fatores de serviço F.S.**

Acionamento por	Tempo de trabalho	Classificação de serviço da máquina acionada		
		Carga uniforme U	Choques moderados M	Choques fortes F
Motor elétrico ou Turbina a vapor	Ocasional até 1/2 h/dia	0,80	0,90	1,00
	Intermitente até 2 h/dia	0,90	1,00	1,25
Motor a explosão Multicilíndrico ou Motor Hidráulico	até 10 h/dia	1,00	1,25	1,50
	Acima de 10 h/dia	1,25	1,50	1,75
Motor a explosão de 1 cilindro	Ocasional até 1/2 h/dia	0,90	1,00	1,25
	Intermitente até 2 h/dia	1,00	1,25	1,50
Motor elétrico com partidas e paradas frequentes	até 10 h/dia	1,25	1,50	1,75
	Acima de 10 h/dia	1,50	1,75	2,00

Por segurança, utilizado o maior fator de serviço para motor elétrico (F=1,75)

CONTINUAR

VOLTAR

FATOR DE SERVIÇO	1,75
------------------	------

POTÊNCIA REQUERIDA NO MOTOR	0,03	HP
-----------------------------	------	----

**RESPOSTA:**

Conforme verificado na foto do motor, a potência utilizada no protótipo é 1/4 HP. O cálculo da potência requerida nos leva ao valor de 0,03 HP, o que mostra que o valor disponível de potência do motor tem grande folga em relação à potência requerida. Seria inclusive recomendado, neste caso, utilização de motor menor (se houver disponível) já que o mesmo está super dimensionado.

5.1.2- A ENG320 pede ainda que seja feito o dimensionamento do motor do equipamento em tamanho real. Para tanto, informamos que a conversão do protótipo em relação ao tamanho real deve ser feita da seguinte maneira:

**Volume da caneca:**  $10 \text{ ml} = 1 \text{ dm}^3$

**Comprimento da correia:**  $4 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

**Diâmetro do tambor:**  $4 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

**Tempo de uma volta do EC:**  $1 \text{ s} = 4 \text{ s}$

PROBLEMAS NO PROTÓTIPO

**VOLTAR**

## **5.2- PROBLEMAS DE FUNCIONAMENTO NO PROTÓTIPO**

Ao testar o protótipo, alguns problemas de funcionamento foram identificados. Após assistir o vídeo abaixo, verifique os itens levantados pelo engenheiro da ENG320

**VER VIDEO**

### **PROBLEMAS**

5.2.1- Como mostra o vídeo e também fotos do protótipo já apresentadas anteriormente, não há proteção na parte superior do equipamento. Recomenda-se o projeto e fabricação de uma extensão para esta parte superior da carcaça para que o EC opere com maior segurança, impossibilitando o contato de qualquer ser ou objeto com as canecas em movimento e evitando a fuga de material por esta parte do EC. Pede-se que esta cobertura seja feita em material transparente que possibilite a visualização da parte interna. Acrílico pode ser o material empregado.

5.2.2- Ao ligar o EC, mesmo antes da operação com o milho, pode-se notar vibração excessiva das canecas na correia. Esta vibração pode ser causa do derramamento de material, problema apresentado a seguir, e deve ser reduzida. O motivo da vibração pode ser o eixo defeituoso (desalinhado, com erro de cilíndricidade, ovalizado) ou até velocidade de operação muito elevada. Pede-se o estudo para avaliar soluções para o problema e a implementação da melhor solução encontrada

5.2.3- Velocidade de operação excessiva. Nota-se ao usar o EC que a velocidade elevada de operação faz com que o material seja lançado na saída com força desnecessária podendo provocar perda de material. A velocidade muito alta pode ainda reduzir a vida útil de peças e componentes do equipamento, além de poder ser causa do problema de vibração já apresentado no item anterior. Pede-se o estudo do problema e apresentação de soluções. Podendo ainda ser incorporadas opções de redução diferentes para que o equipamento possa operar com vazões diferentes.

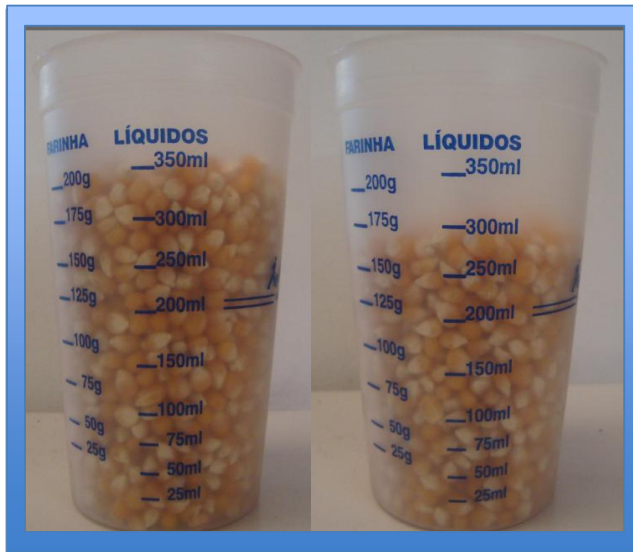
5.2.4- Conforme já citado e apresentado principalmente na parte final do vídeo, há grande perda de material durante a operação do EC. Na página seguinte apresenta-se a medida do percentual de milho que chegou à saída e o percentual depositado no fundo do EC. Obviamente, o equipamento sempre operará com alguma perda, mas neste caso, há perda demasiada. As causas para esta perda podem ser as citadas vibração e velocidade de operação alta ou mesmo a distância entre a calha de entrada e as canecas. Pede-se que seja feito o estudo das soluções para este problema e aplicação da melhor ou melhores delas. Pode ainda ser feito o estudo da viabilidade de operação do EC como um elevador do tipo centrífugo, pegando material do fundo do EC.

**PERDA DE MATERIAL NO  
TRANSPORTE**

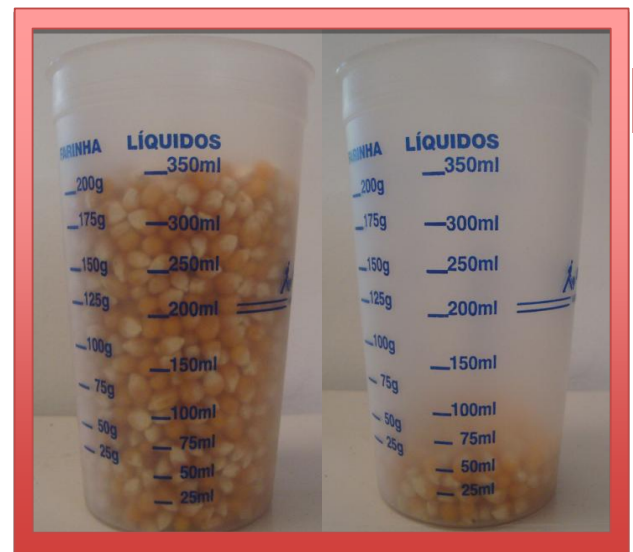
[VOLTAR](#)

#### 5.2.4- PERDA DE MATERIAL NO TRANSPORTE

Conforme demonstrado no video, há grande derramamento de material durante o transporte. Medindo-se o volume de material depositado no reservatório de saída e a quantidade depositada no fundo do EC, tivemos o resultado conforme as fotos a seguir

**SAÍDA**

650	ml
61,90	%

**PERDA**

400	ml
38,10	%