

Exercício 1

Monday, November 13, 2023

3:42 PM

1. Num posto clínico existe um único dentista para atender os doentes. A chegada destes ao posto segue uma distribuição Poisson de média 6 por hora. O oftalmologista consegue ver, em média, 5 doentes por hora, podendo o tempo que cada doente leva a ser atendido ser aproximado por uma variável aleatória com distribuição Exponencial.

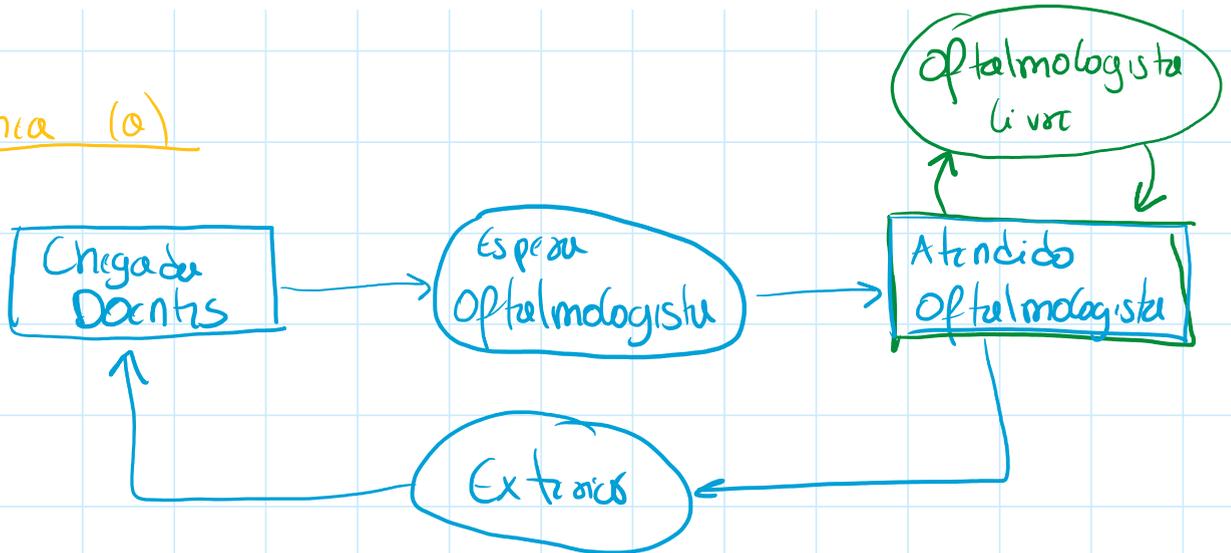
(a) Construa o diagrama de ciclo de atividades para o sistema apresentado.

(b) Utilizando o SIMUL8, simule o funcionamento do sistema até terem sido vistos 20 doentes e indique:

(a) O tempo médio de espera dos doentes.

(b) A percentagem de tempo durante o qual o médico não terá doentes para ver.

Alínea (a)



Alínea (b)

6 por hora \Rightarrow tempo entre chegadas = 10 min
Fazendo um total com 30 corridas e semente = 3.

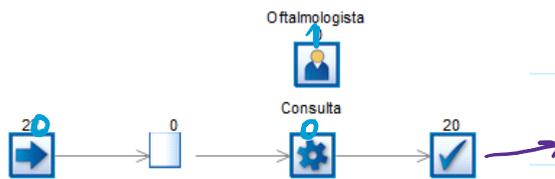
Temos:

- O tempo médio de espera dos doentes é 4.06 min. e o tamanho máx. da fila é 3.26.

- A taxa média de ocupação do oftalmologista é 48.70%. Logo, 51.30% do tempo o oftalmologista

está disponível.

10:58
Monday



→ Full simulation at
limit: 20

Exercício 2

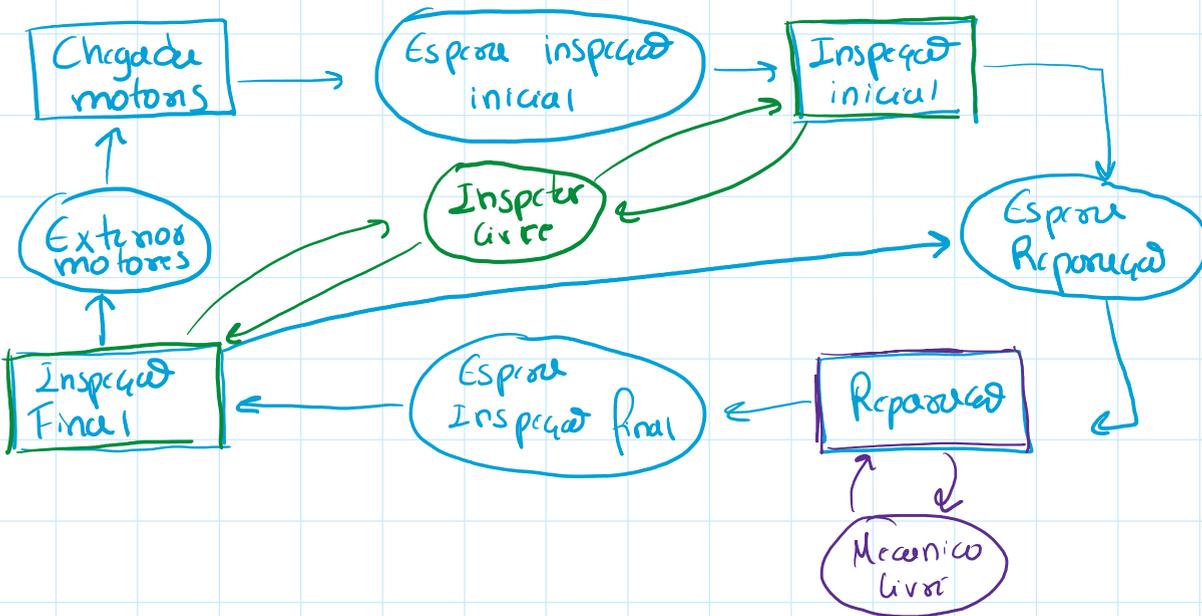
Monday, November 13, 2023 12:59 PM

1. Uma oficina repara motores que chegam, em média, a uma taxa de quatro por hora. Cada motor é inspecionado por um inspetor que determina a natureza da falha e os trabalhos de reparação a realizar. A reparação é feita por um mecânico. Após a reparação, o motor é submetido a um teste final efetuado por um inspetor. Após o teste, o motor pode ser considerado "Funcional" ou ter que voltar ao mecânico para uma nova reparação. Dados históricos indicam que 10% dos motores não passam no teste e precisam ser reparados novamente. A inspeção inicial leva cerca de 20 minutos e o teste final 10 minutos. O tempo de reparação é aleatório e a análise dos dados disponíveis concluiu que pode ser representado por uma Normal com média de 45 minutos e desvio-padrão de 10 minutos.

- (a) Faça um diagrama de ciclo de atividades que representa o sistema apresentado.
 - ~~i. Identifique as entidades e as atividades do sistema.~~
 - ~~ii. Desenhe o diagrama de ciclo de vida para cada uma das entidades.~~
- (b) Atualmente existem dois inspetores e três mecânicos. Utilizando o Simul8 calcule:
 - A taxa de ocupação esperada para inspetores e mecânicos.
 - O tempo real que os motores passam na oficina de reparação, assim como o tempo de espera em cada fase do processo.

Existe a possibilidade de contratar ou um mecânico ou um inspetor. Indique, com base nos KPIs calculados, que profissional deve ser contratado.

Alínea (a)



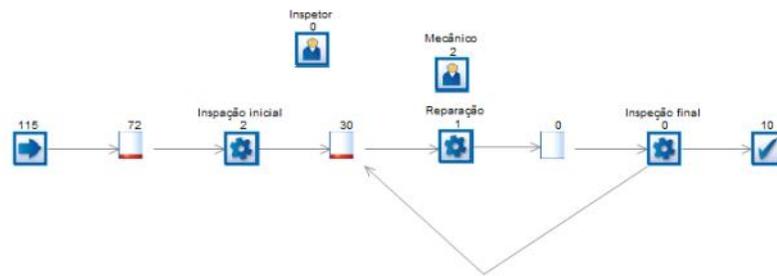
Alínea (b)

Simulando um dia de trabalho com um total em 50 corridas com semente = 3 obtivemos:

- A taxa média de ocupação para inspetores e mecânicos é respectivamente 98.75% e 31.66%.

Os motores passam em média 252.61 minutos na oficina.

16:59
Monday



Tendo em conta as taxas de ocupação apresentadas, os inspetores são o recurso + escasso. Assim, seria preferível contratar um inspetor. Contudo, o impacto no sistema não é significativo, uma vez que a sua taxa de ocupação continua superior a 98%.

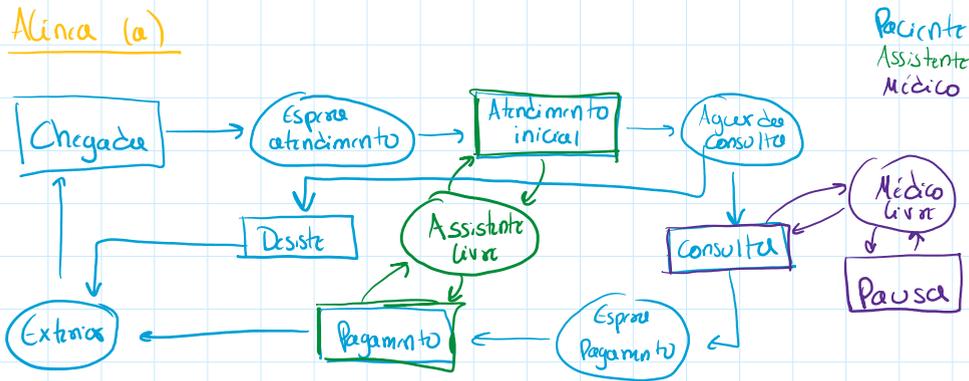
Exercício 3

Monday, November 13, 2023 4:54 PM

3. Os pacientes chegam a uma determinada clínica médica de acordo com uma Poisson com uma média de cinco pacientes por hora. Após chegarem, são atendidos por uma assistente durante cinco minutos. Caso o cliente esteja mais do que 30 minutos à espera para ser atendido abandona a clínica. Cada paciente aguarda na sala de espera até ser chamado para consulta pelo seu médico. ~~Quando a consulta pela assistente é concluída, o paciente é atendido pelo médico.~~ Existem dois médicos, cujas consultas têm duração Uniforme(25,35) minutos. Depois da consulta, e antes de abandonar a clínica, o paciente é novamente atendido pela assistente para efetuar o pagamento o que demora aproximadamente dois minutos. Entretanto, o médico faz uma pausa de cinco minutos antes de atender um novo paciente.

- Desenhe o diagrama de ciclo de atividades representativo do sistema.
- Utilize o Simul8 para simular o funcionamento do sistema e indique:
 - A taxa de ocupação da assistente e dos médicos.
 - O tempo médio que o paciente passa na clínica médica.
- Proponha uma medida para melhorar o funcionamento do sistema e avalie o seu impacto.

Alinea (a)



Alinea (b)

5 pacientes hora \Rightarrow 12 min. entre chegadas

Para modelar a pausa:

\rightarrow Ir ao menu do topo da página, Recursos

\rightarrow Absence \rightarrow Detailed \rightarrow Time between breaks (on's count busy)

\rightarrow Time to return

Fazendo um total com 50 corridas para um dia de trabalho e semitr = 3 obtimos:

- O n.º médio de desistências é 7, logo a % de desistências aprox. 14,95%.

- A taxa de ocupação da assistente e dos médicos é, resp., 33,05% e 60,12%.

- O tempo médio de permanência no sistema dos pacientes consultados é 32,94 min. e dos pacientes q desistem é 64,87 min. \Rightarrow + tempo de espera para consultas (≥ 25 min)

Alínea (c)

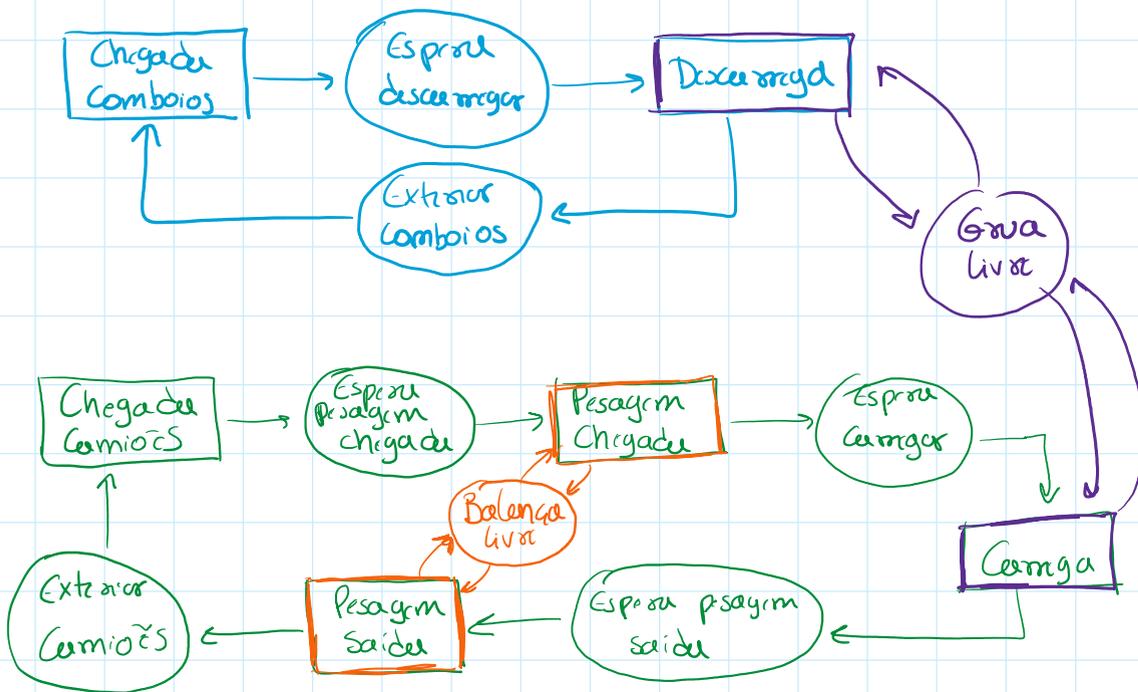
Uma medida soma a contratação adicional de um médico. Com um médico adicional deixam de haver desistências (médico), a taxa de ocupação dos médicos passa para 76.44% e o tempo médio para 52.74 minutos.

Exercício 4

Monday, November 13, 2023 6:07 PM

4. Um depósito de carvão é abastecido por comboios, que chegam de acordo com uma Poisson com uma média de um comboio a cada duas horas. O carvão é descarregado por uma grua, cujo tempo de descarga em minutos é uma Uniforme(35,55). Os camiões dos clientes chegam de acordo com uma *mtal*. O intervalo de tempo médio entre chegadas é de 15 minutos. Os camiões são pesados à entrada e à saída numa balança, o que demora 5 minutos. Os camiões são carregados com carvão por uma grua (do mesmo tipo utilizado para descarregar os comboios), o que leva em média 15 minutos. Considere que existe sempre carvão disponível no depósito.
- Desenhe um diagrama de ciclo de atividades que represente o sistema.
 - Tendo sido verificado recentemente uma congestão significativa no sistema, pretende-se avaliar a viabilidade de instalar uma nova grua ou uma nova balança. Utilize o Simul8 para avaliar os efeitos destas decisões através de um modelo de simulação e conclua qual é a que mais contribui para melhor o funcionamento do sistema.

Alínea (a)



Alínea (b)

1 comb. 2 h \Rightarrow Tempo entre chegadas = 120
 Considerando um dia de trabalho, fazendo um Trial com 50 corridas com $semente = 3$:

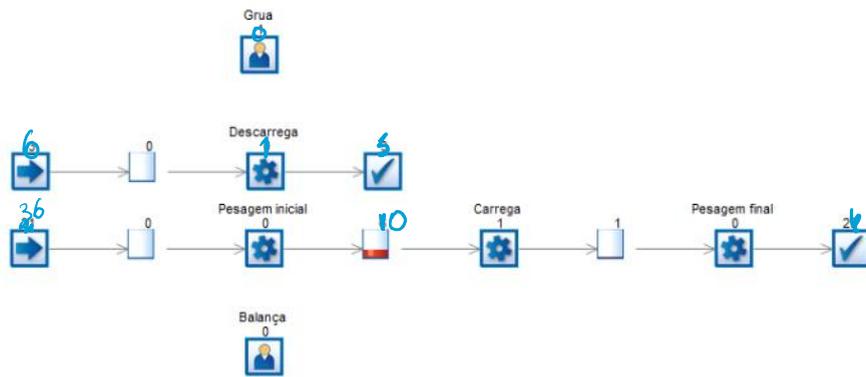
- O tempo médio de permanência no sistema

Fixar travel times a 0:

Menu do topo \rightarrow Data and Rules
 \rightarrow Travel Time Matrix \rightarrow Preferences
 \rightarrow Set to zero

- O tempo médio de permanência no sistema dos Camiões é 102.85 min. e dos Combosios é 51.76 min.
- A taxa média de utilização da grua é 37.50 % enquanto a da balança é 92.17 %.

16:59
Monday



	tempo médio Comb.	tempo médio Camiões	% ut. balança	% Grua
+ 1 grua	45.03	102.85	92.17%	19.24
+ 1 balança	51.76	33.44	63.02	37.50

Podemos ver pela tabela anterior q instalar + uma balança diminui significativamente o tempo médio de permanência no sistema dos camiões. Logo, tendo em conta os res. da simulação, a inst. de uma balança adicional é a \bar{q} + contribui para o melhor funcionamento do sistema.

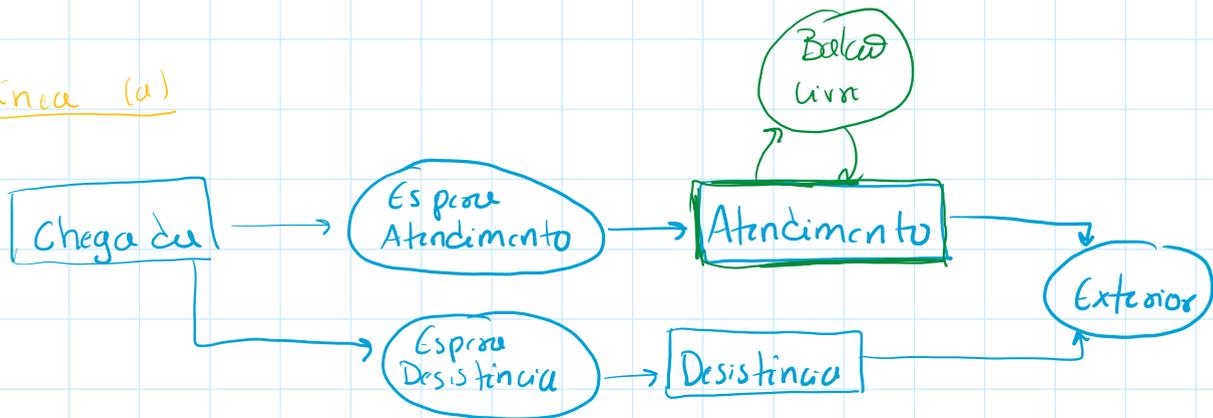
Exercício 5

Tuesday, November 14, 2023 8:23 AM

5. Num dos serviços de Loja do Cidadão existem três balcões para atender os clientes. A chegada destes segue uma distribuição Poisson de média 20 por hora, contudo, 10% desistem ao entrar na loja. O tempo de atendimento em cada um dos diferentes balcões é idêntico, podendo ser aproximado por uma variável aleatória Exponencial de média 15 minutos por cliente.

- Construa o diagrama de ciclo de atividades do sistema apresentado.
- Utilize o SIMUL8, para simular o funcionamento do sistema durante uma semana, de forma a saber:
 - O tempo médio de espera dos clientes.
 - A percentagem de tempo durante a qual não haverá clientes a ser atendidos.
 - O impacto de adicionar mais um balcão de atendimento.
- Repita a análise supondo que o valor médio das chegadas passa a ser 10 por hora.

Alínea (a)



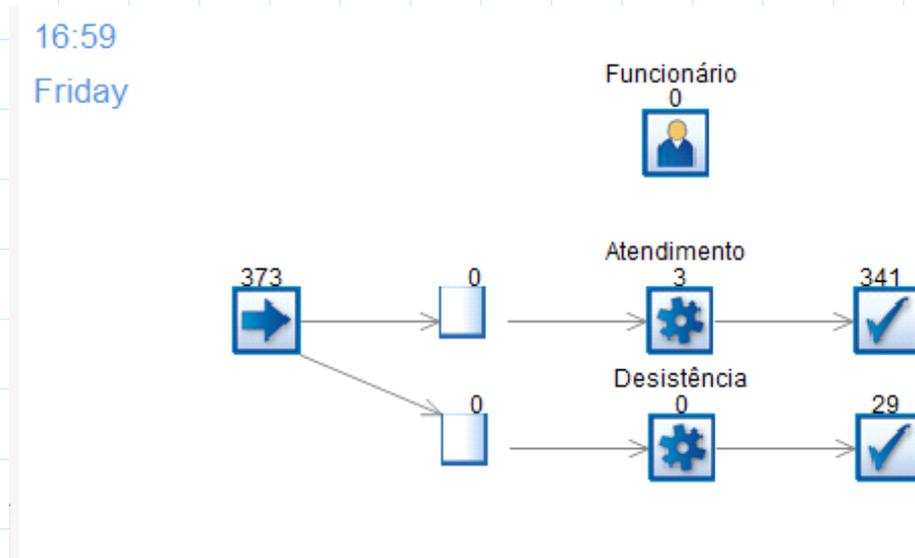
Alínea (b)

20 por hora \Rightarrow Tempo entre chegadas = 3 Exp.

Fazendo um total com 50 corridas de uma semana de trabalho com $\lambda = 3$ obtimos:

- O tempo médio de espera é 389.66 min.
- A tx. média de ocupação dos balcões é 99.39%, logo a percentagem de tempo em que não haverá clientes a ser atendidos é menos que 1%.
- O n.º médio de desistências é 79.64.

Adicionando + um balcão de atendimento, o tempo médio de espera passou a ser 146.91 min. Passou para metade. Relativamente à tx. de ocupação dos balcões de atendimento, passou a ser 98.66%, o q̄ ñ é uma alteração ml. significativa.



Alínea (c)

10 por hora \Rightarrow tempo entre chegadas = 6

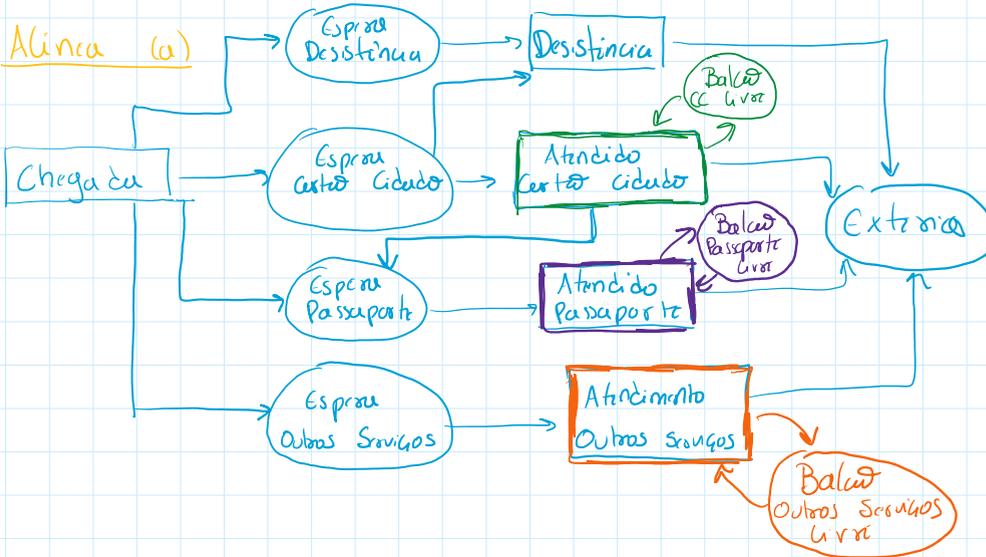
O tempo médio de espera é 9.27 minutos e a tx. de ocupação dos balcões é 73.17. Se entram 10 clientes por hora, o sistema tem um funcionamento adequado, uma vez q̄ o médio de espera é inferior a 10 min.

Exercício 6

Tuesday, November 14, 2023 8:56 AM

6. As chegadas de clientes à loja do cidadão segue uma distribuição Poisson de média 30 por hora. Destes, 5% desistem, 50% pretendem fazer o cartão de cidadão, 30% o passaporte e os restantes dirigem-se a outros serviços. Nos serviços do cartão de cidadão existem três balcões de atendimento. O tempo de atendimento em cada um dos diferentes balcões é idêntico, podendo ser aproximado por uma variável aleatória Exponencial de média 20 minutos. Neste serviço, ~~alguns~~ ^{alguns} clientes abandonam a fila ao fim de 30 minutos de espera. Existem ainda 30% destes clientes que se dirigem ao serviço correspondente para pedir um novo passaporte, depois de tratarem do pedido do cartão de cidadão. Nos serviços do passaporte existem dois balcões de atendimento, sendo o tempo de atendimento dos diferentes balcões idêntico, com uma taxa média de 15 minutos. Quanto aos restantes clientes, pode assumir-se um tempo médio de atendimento igual a 25 minutos. 2 balcões

- (a) Construa o diagrama de ciclo de atividades do sistema.
- (b) Utilize o Simul8, para simular o funcionamento do sistema durante uma semana, e comente os resultados obtidos. Proponha estratégias para o funcionamento da Loja do Cidadão.



Alínea (b)

30 hora \Rightarrow Tempo entre chegadas = 2 min (Exp.)

Fazendo um total com 50 corridas de uma semana de trabalho com $\text{semanas} = 3$ obtemos:

- O tempo médio das pessoas q̄ ñ desistem no sist. é 202.54 min e das q̄ desistem é 23.94 min.

- A tx. média de ocupação do balcão cc, dos passaportes e dos outros serviços é, resp., 98.61%, 99.45% e 90.32%.

- O tempo médio de espera nas filas para cc, passaporte e outros é, resp., 24.08 min, 374.06 min e 52.34 min.

Analisando os res. apresentados podemos concluir q̄ a secção crítica da loja do cidadão é a do passaporte. Assim sendo, uma estratégia possível para melhorar o funcionamento da loja do cidadão é aumentar o n.º de balcões para o passaporte em 1 unidade.

Realizando de novo a experiência considerando q̄ existem

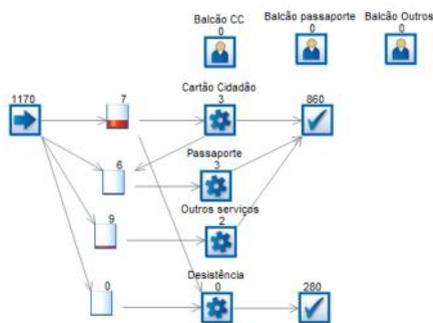
para o passaporte

Realizando de novo a experiência considerando q̄ existem 3 balcões de atendimento para o passaporte obtimos os seguintes resultados:

- O tempo médio das pessoas q̄ n̄ desistem no sist. é 62.65 min e das q̄ desistem é 23.94 min.
- A tx. média de ocupação do balcão cc, dos passaportes e dos outros serviços é, resp., 98.61%, 94.56% e 40.32%.
- O tempo médio de espera nas filas para cc, passaporte e outros é, resp., 24.08 min, 374.06 min e 44.72 min.

Os tempos associados ao balcão dos passaportes diminuíram significativamente.

16:59
Friday



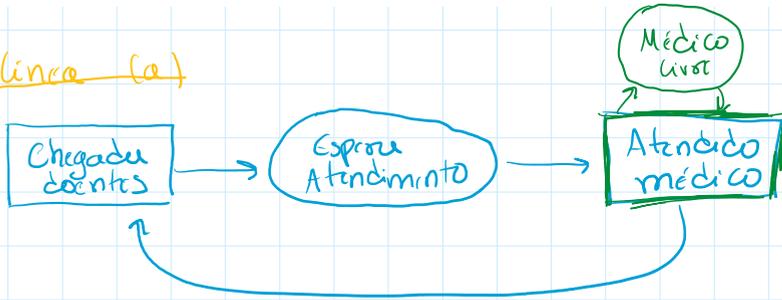
Exercício 7

Tuesday, November 14, 2023 1:43 PM

7. Num centro de saúde existem dois médicos de clínica geral para atender os doentes. A chegada destes ao posto segue uma distribuição Poisson de média 10 por hora. Um dos médicos consegue ver, em média, 5 doentes por hora, enquanto o outro apenas vê, em média, 3 doentes por hora, podendo o tempo que cada doente leva a ser atendido por cada um dos médicos ser aproximado por uma variável aleatória Exponencial. Os doentes são vistos por um qualquer dos médicos.

- Construa o diagrama de ciclo de atividades para o sistema apresentado.
- Utilize o SIMUL8, para simular o funcionamento do sistema durante uma semana, de forma a saber:
 - O tempo médio de espera dos doentes, e por médico.
 - A percentagem de tempo em que os médicos não terão doentes para ver.
- Sabendo que cada minuto de espera de um doente custa 7??. Qual o salário semanal que estaria disposto a pagar a um médico?
- Repita a experiência considerando que o valor médio das chegadas de doentes é de 6 por hora.

Alínea (a)



Alínea (b)

10 doentes por hora \Rightarrow Tempo entre chegadas consecutivas = 6 min
5 doentes por hora \Rightarrow " " " " = 12 minutos
3 " " " " \Rightarrow " " " " = 20 minutos

Considerando um dia de funcionamento (início 9:00 am até 8h), somente 1 e fazendo 50 consultas obtidas:

- O tempo médio no sistema é 69.24
- A tx. de ocupação do Médico é 94.35 mn e do MRápido é 93.82%.

No caso base, o tempo médio de espera dos doentes é 14.50 min.

Exercício 8

14 November 2023 14:09

8. O distribuição de um produto - Produtex - numa região a partir de um centro logístico é feito em contentores por camiões pertencentes à Rododex. Dois terços dos camiões da Rododex têm capacidade para transportar dois contentores e os restantes camiões têm capacidade para transportar um.

Os camiões chegam ao centro logístico de acordo com uma Poisson com uma média de 15 camiões por hora. Os contentores são carregados nos camiões por um empilhador, que os move do local onde estão armazenados para o camião. O tempo de carregamento de um contentor é modelado por uma Normal com valor médio 10 minutos e desvio-padrão três minutos. Contudo, quando o tempo de espera para carregar o camião excede os 25 minutos, o condutor desiste e abandona o centro logístico. Os camiões começam a chegar às 6.30, apesar do centro logístico apenas estar aberto entre as 7.00 e as 17.00. A partir das 16.55 não é permitida a entrada de camiões no centro logístico.

Os contentores chegam ao centro logístico por comboio todos os dias às 9.00 e às 15.00, com atrasos que variam de acordo com uma distribuição exponencial com média de 30 minutos. O número de contentores que cada comboio transporta é bem modelado por uma Uniforme(80, 120). Assume-se que a receção de contentores ocorre entre as 7.00 e as 17.00 e que, quando a zona de armazenamento está completa, a receção é interrompida. Assume-se que a operação de descarregar os contentores do comboio e guardá-los em armazém ocorre em tempo negligenciável.

- (a) Construa o diagrama de ciclo de atividades do sistema apresentado.
- (b) Pretende-se avaliar o funcionamento das operações no centro logístico considerando diferentes valores para:
 - i. A capacidade de armazenamento do centro logístico.
 - ii. O número de empilhadores disponíveis para carregar os camiões.

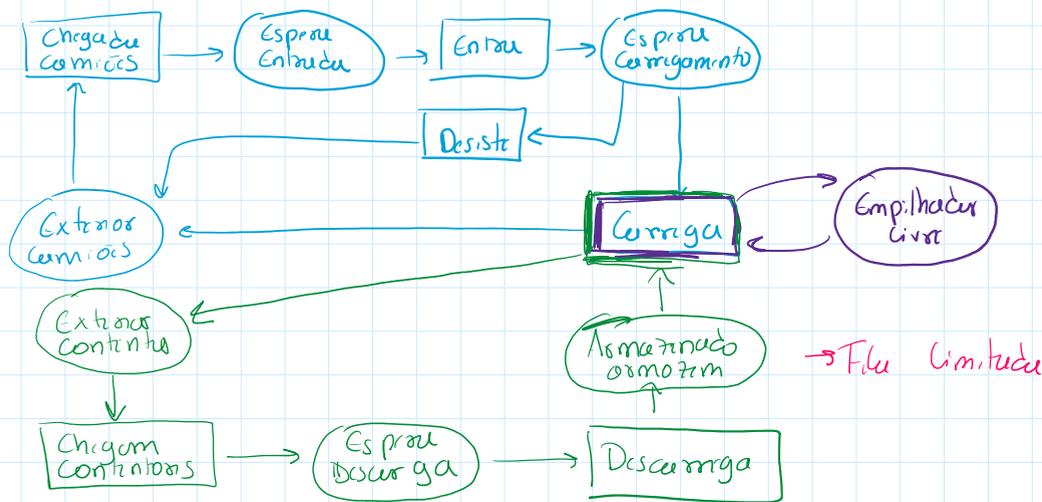
Alínea (a)

Entidades:

- Camiões (temp.)
- Comboio (")
- Empilhadores (permanent)

Atividades:

- Chegada camiões (fictícia)
- Chegada contentores (")
- Entrada camiões
- Desistência "
- Carregamento camiões
- Descarregamento comboios



Alínea (b)

15 camiões por hora \Rightarrow Tempo entre chegadas = 4min

Chegada camiões:

Constraints \rightarrow Use shift patterns directly

\rightarrow New shift (define Start Time e End Time)

\rightarrow Availability = 1

Definir um shift para a entrada \rightarrow Repetir processo para chegada camiões

Tempo carga 1 contentor \Rightarrow Normal(10, 3)
" " 2 contentores \Rightarrow Normal(120, $\sqrt{18}$)
 \rightarrow 4.24

Chegada contentores:

Criar uma dist. \bar{q} modela o abuso dos contentores. (Exp. média 30min)
 \Rightarrow Named Distribution

Criar uma dist. \bar{q} modela a chegada dos contentores
 \Rightarrow Time Absolute
 \Rightarrow Definir tempos em \bar{q} os camiões chegam
e \bar{q} a dist. é Abuso Contentores

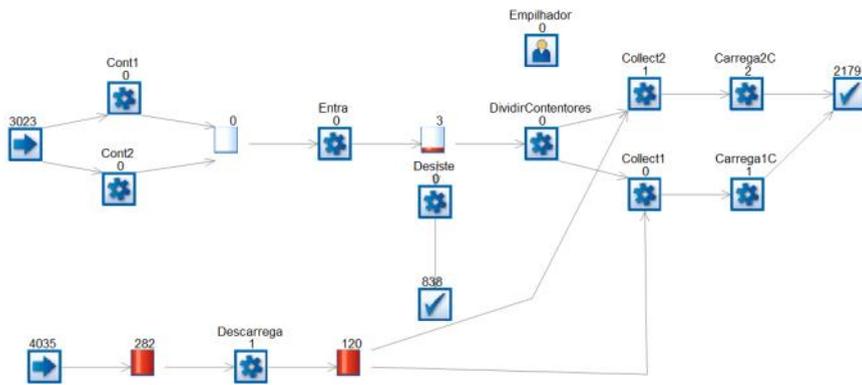
No menu Batch definir \bar{q} é Uniforme(80, 120)

Modelar ir buscar contentores ao armazém para carregar nos contentores:

Criar atividades fictícias para fazer collect aos contentores
(2 contentores num caso e 1 contentor no outro) \Rightarrow Prop. atividades fictícias
Criar as atividades de carregamento
Routing In
Collect

Notas:

• A atividade descarrega é fictícia pq no enunciado diz \bar{q} o tempo de descarregamento dos contentores e transporte para armazém é negligenciável.



Simulando o funcionamento de uma semana com um total de 50 corridas e Sementir = 1 temas:

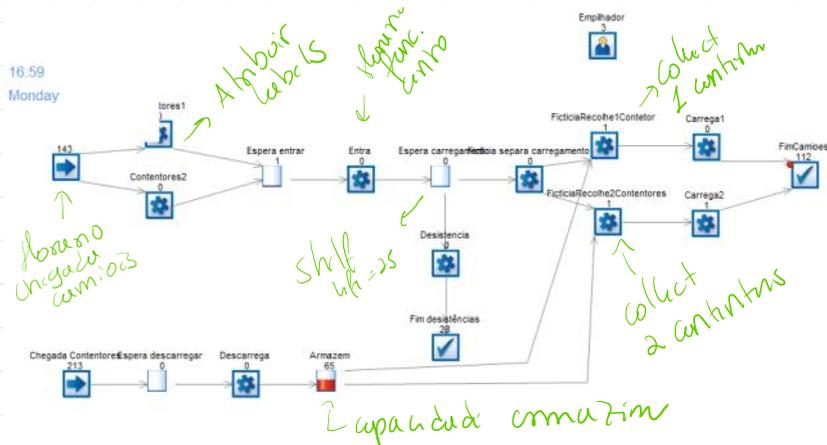
N.º empilhadores	Espago armazém	Tempo médio sistema (s/dcs.)	N.º desistências	tamanho médio armazém	tx. ocupação empilhador
4	120	301.61	898.62	98.37	97.51

↳ O tamanho médio está "longe" dos 120, mas a tx. de ocupação está perto de 100. ⇒ Aumentar empilhador.

5	120	192.84	472.32	30.71	79.89
---	-----	--------	--------	-------	-------

Aumentando o nº de empilhadores de 4 para 5 melhora o funcionamento do sistema significativamente.

Fazendo de novo:



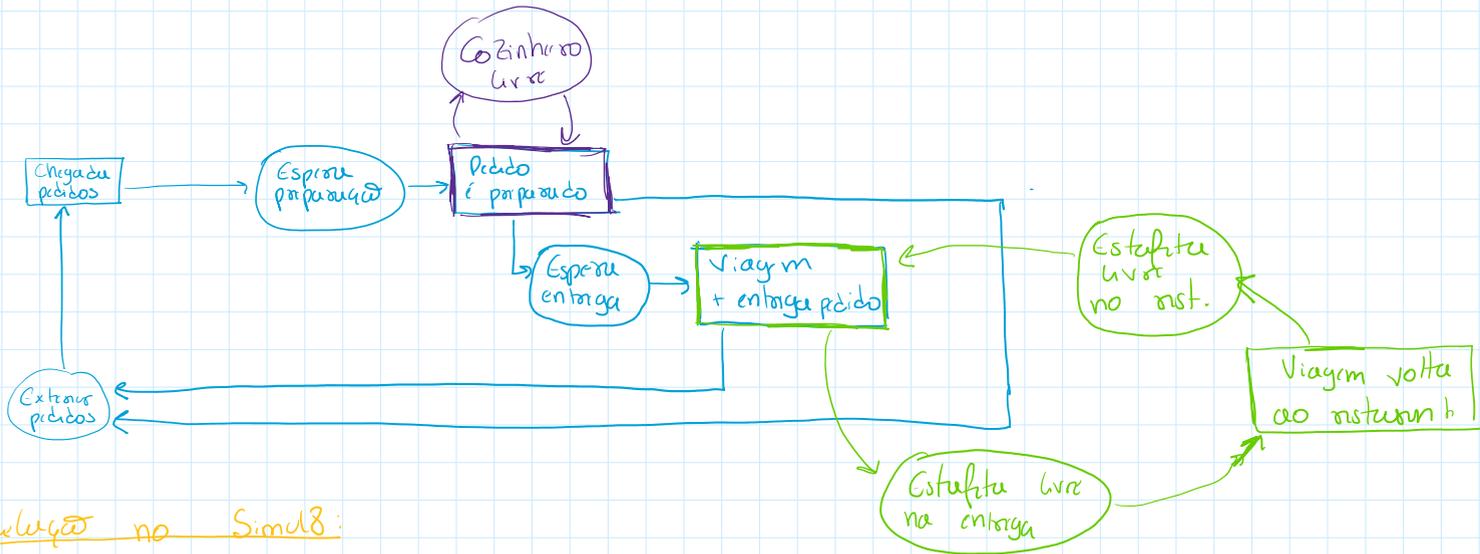
9. Um restaurante especializado em cozinha italiana tem um novo gestor que pretende melhorar consideravelmente o funcionamento do restaurante, no sentido de tornar o atendimento mais célere e assim atrair um maior número de clientes. Para além do serviço de restauração tradicional, onde o cliente toma a sua refeição no restaurante, é também disponibilizado um serviço de entrega ao domicílio. Da análise dos pedidos dos últimos anos, concluiu-se que: (i) os pedidos de refeições com um determinado número de pratos chegam aleatoriamente de acordo com os dados presentes no Quadro 1, e (ii) 45% das refeições são consumidas no restaurante e as restantes são entregues no domicílio do cliente, mediante pedido telefónico. No que diz respeito às entregas ao domicílio, estas estão a cargo de uma equipa de estafetas, usualmente jovens estudantes, que trabalham em part-time num dos três turnos (almoço, tarde e jantar). Em cada viagem, a regra é os estafetas transportarem apenas um pedido. A viagem e entrega do pedido ao cliente apresenta uma duração com uma distribuição uniforme entre 5 e 20 minutos. A viagem de regresso ao restaurante apresenta uma distribuição uniforme entre 7 e 22 minutos. Os pedidos apresentam um tempo de confeção dependente do número de pratos: pedidos com um prato – uniforme entre 5 e 10 minutos; pedidos com dois pratos – uniforme entre 10 e 20 minutos; pedidos com três pratos – uniforme entre 15 e 30 minutos; e pedidos com quatro pratos – uniforme entre 20 e 40 minutos. Caso o pedido do cliente não ultrapasse 2 pratos, estes são preparados por apenas um cozinheiro. Caso o número de pratos por pedido seja de 3 ou 4, estes são preparados por dois cozinheiros, sendo o tempo total de preparação metade do que seria se a confeção fosse efetuada por apenas um cozinheiro. Os cozinheiros trabalham em turnos de 12 horas, 3 dias por semana. Pretende-se, através de um modelo de simulação, apoiar o novo gestor do restaurante na tomada de decisões relacionadas com o dimensionamento da equipa de cozinheiros e da equipa de estafetas.

Tabela 1: Taxas médias da Poisson que modela a distribuição do número de pedidos de refeição ao longo de um dia de funcionamento do restaurante.

Turno	N.º de pratos por pedido		
	11:00 às 15:00	15:00 às 19:00	19:00 às 23:00
1	10 por hora	6 por hora	3 por hora
2	20 por hora	3 por hora	30 por hora
3	10 por hora	6 por hora	2 por hora
4	5 por hora	12 por hora	2 por hora

Parto 1 Turno 1
ignorar gem aqui

Diagrama ciclo de atividades:



Modelação no Simul8:

Construir chegada para cada n.º de pratos (4)
 => Para cada chegada limitar a duração da chegada de work items
 => Properties => Constraints => Limit the duration(...): 720

Construir uma label nominal para o n.º pratos no pedido.
 => Adicionar a label às chegadas [set to = valor label]

Construir os turnos
 => Data and Rules => Shifts => New shift

Construir uma distribuição com nome para cada par (n.º pratos, turno)

Construir uma distribuição Time Dependent para cada n.º pratos
 => Definir tempo início o dos turnos e associar as named distributions
 => Associar as Time Dependent dist. às

→ associar as named distributions
⇒ Associar as Time Dependent dist. às chegadas

Ligar as chegadas à espera preparação

criar uma atividade fictícia para fazer o routing out por labels
⇒ Routing Out ⇒ Label

criar o recurso Cozinha. Associar 1 às atividades Ponto 1 e Ponto 2 e 2 às Ponto 3 e Ponto 4.
⇒ Resources ⇒ Details ⇒ Definir max. e min. = 2

criar uma atividade fictícia para separar os pedidos para serem consumidos no rest. e os estafetas
⇒ Os pedidos do restaurante chegam ao fim

Na atividade viagem Entrega não podemos libertar logo o recurso pq está ainda tm q fazer a viagem de volta.
⇒ Properties ⇒ Resources ⇒ Detail ⇒ Selecionar
Require here, but do not Release the Resource.

criar uma atividade fictícia separação para se poder separar o Estafeta do pedido.
⇒ Nas propriedades da atividade fictícia ⇒
Routing Out ⇒ Batching Fixed value: 2 (desta atividade serm 2)
⇒ Ao a atividade está concluída é criada um work item para Espera voltar e outro para Pedido Entrega.
[Não é necessário mexer nas configurações do Routing Out]

Na atividade Viagem Volta o recurso tem q ser libertado
⇒ Properties ⇒ Resources ⇒ Details ⇒ Selecionar
Only Release the Resource here

Os recursos Estafetas estão disp. em cada turno
⇒ Estafetas ⇒ Properties ⇒ Selecionar Shift Dependent
⇒ Indicar qto estafetas estão disponíveis por turnos

Definir o horário de funcionamento do restaurante.

⇒ O dia começa às 11h e tem duração de 13h para dar tempo do sistema avaliar. + 3 dia free (dos cas)
Nota: 1h pode ser pouco, mas o Simul8 só deixa fazer início + duração <= 24. ⇒ Podemos "puxar" o dia todo para algumas horas + ado

criar um turno de Tempo Extra. Em cada fim criar 2 casos: saída tempo regular e saída tempo extra.
⇒ Properties Activity ⇒ Shifts ⇒ Use shift patterns directly ⇒ Allocation

