



# GUIA BÁSICO DE UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SIDRA PARA MICROSIMULAÇÃO DE CRUZAMENTOS

**Paulo Bacaltchuck**

[bacaltchuck@gmail.com](mailto:bacaltchuck@gmail.com)

Sinal de Trânsito

Janeiro 2012



# ARTIGO SIDRA SOLUTIONS

## MANUAL BÁSICO SIDRA

### Índice

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>DADOS DE ENTRADA .....</b>	<b>2</b>
2.1	Dados Geométricos.....	2
2.2	Volumes .....	3
2.3	Pedestres .....	4
2.4	Tempo de Ciclo e Fases Semafóricas .....	4
<b>3.</b>	<b>O SIDRA .....</b>	<b>5</b>
3.1	Geometria .....	5
3.2	Volumes .....	6
3.3	Menus Path Data, Movement Data e Priorities (Dados de Percurso, Movimento e Prioridades).....	7
3.4	Menu Gap Acceptance (Intervalos) .....	7
3.5	Menu Pedestres .....	8
3.6	Menu Fases.....	9
3.6.1	Tentativa 1 – Duas fases .....	9
3.6.2	Tentativa 2 - Três fases .....	10
3.6.3	Tentativa 3 – Quatro Fases .....	10
3.6.4	Tentativa 4 – Cinco Fases .....	11
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>15</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A microsimulação começa a desempenhar importante papel no Brasil, em projetos de circulação de trânsito e na avaliação de pólos geradores de tráfego, tais como Shopping Centers, Indústrias, Conjuntos Habitacionais e novas áreas urbanizadas.

Esse artigo é um tutorial básico de utilização do software de micro simulação SIDRA SOLUTIONS® mais conhecido como SIDRA ou aaSIDRA e pretende apresentá-lo como uma ferramenta computacional que possibilita auxiliar nas tomadas de decisão em soluções pontuais de redes viárias. SIDRA é a abreviação de **S**ignalised & **u**nsignalised **I**ntersection **D**rawing and **R**esearch **A**id. Tradução livre para o português: Ferramenta Auxiliadora de Projeto e Pesquisa de Cruzamentos Semafóricos e não semafóricos. O software foi inicialmente desenvolvido em Melbourne, Austrália em 1979 pelo Professor Rahmi Akçelic.

Esse software possibilita modelar cruzamentos representando todos os modos de transportes (automóveis, ônibus, caminhões, motocicletas, bicicletas, pedestres).

Essa avaliação é realizada por meio dos seguintes indicadores: grau de saturação, capacidade, nível de serviço, filas e tempo perdido para veículos e pedestres. O SIDRA também produz indicadores de consumo de combustível, emissões de poluentes e custo operacional

O SIDRA possibilita modelar diversas qualquer configurações geométrica do viário, entre elas destacam-se:

- Cruzamentos Semafóricos incluindo pedestres;
- Cruzamentos não Semafóricos controlados por sinalização vertical e/ou horizontal;
- Rotatórias;
- Análise de tráfego convergindo de uma via secundária para uma principal ou vice-versa;
- Condições de fluxo de tráfego ininterrupto.

A análise e os resultados do SIDRA pode ser obtido faixa por faixa de rolamento ou agregando-se cada "perna" do cruzamento. Apesar de o SIDRA ser uma ferramenta de análise para cruzamentos isolados o software também pode ser utilizado para analisar cruzamentos coordenados (linkados) agregando-se o tráfego de veículos em pelotões como veremos a seguir.

Desde a 1ª versão do software em 1984 o SIDRA se popularizou e atualmente é amplamente utilizado em diversos países, tais como: Estados Unidos, Austrália, África do Sul, Canadá, Nova Zelândia, Malásia e Cingapura e em Dubai. Na Europa mais de 150 organizações utilizam o software.

Quem sabe o SIDRA não se populariza no Brasil como um software básico de micro análise de capacidade de cruzamentos?



- Largura e comprimento da faixa de pedestres;
- Inclinação da via;
- Existência de ponto de ônibus ou faixa exclusiva de ônibus;
- Qualquer irregularidade no pavimento, por exemplo, uma vala, que reduza a velocidade dos veículos;
- Limite de velocidade em todas as aproximações.
- Se for um cruzamento existente medir as filas existentes e o tempo de cada fase e ciclo no horário de pico.

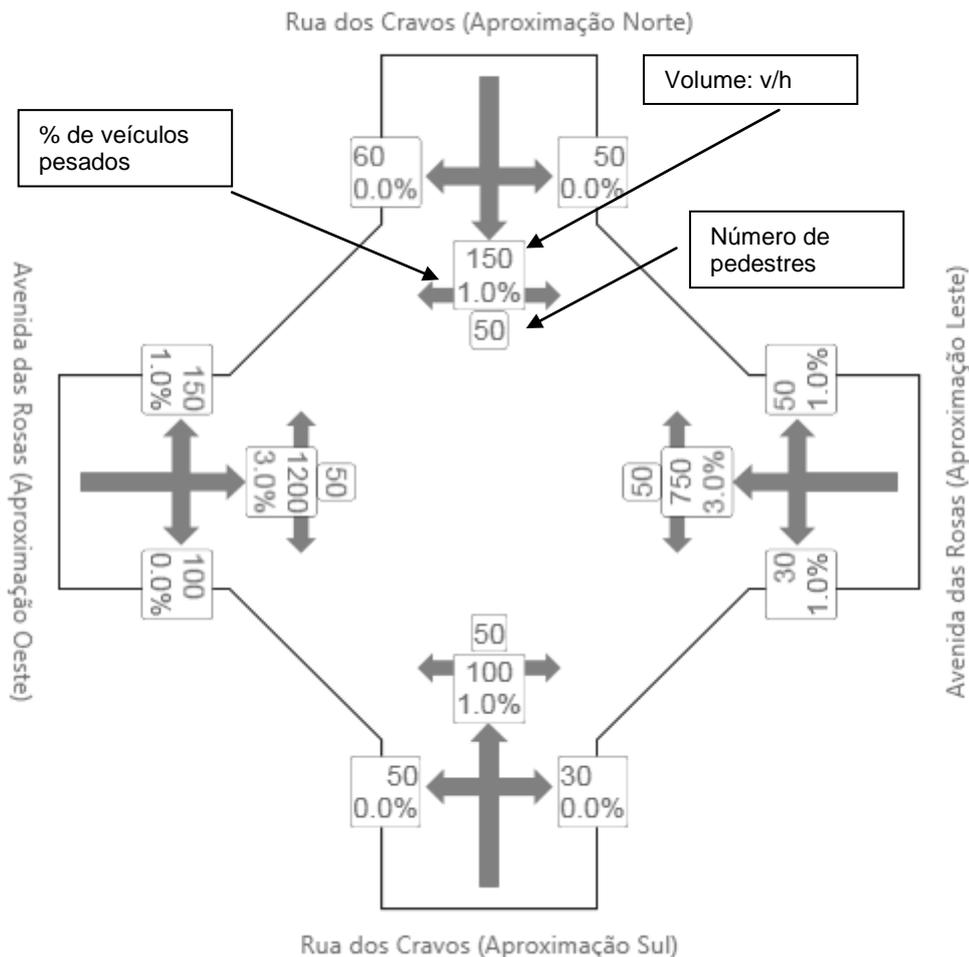
## 2.2 Volumes

O SIDRA necessita de volumes de veículos e pedestres. A unidade de entrada é veículos / hora e pedestres/hora. Os volumes devem ser coletados nos horários de pico para que se modele o pior cenário durante a hora mais congestionada. Os volumes podem ser preferencialmente classificados em veículos automotores e veículos pesados (caminhões).

Existem várias técnicas de medição de volumes para uso no SIDRA, porém esse não é o assunto desse artigo.

A Figura 2 é uma representação gráfica dos volumes para o nosso exemplo gerada pelo SIDRA:

**Figura 2: Resumo dos Volumes representados pelo SIDRA**



No exemplo acima a direção predominante no fluxo de pico é de oeste para leste na Avenida das Rosas.

### **2.3 Pedestres**

Uma contagem de pedestres deve ser realizada paralelamente a contagem de veículos durante 1 hora no horário de pico. Não é necessário incluir para qual sentido os pedestres estão caminhando. Se não for possível contar pedestres o SIDRA irá assumir um fluxo padrão de 50 pedestres/hora.

### **2.4 Tempo de Ciclo e Fases Semafóricas**

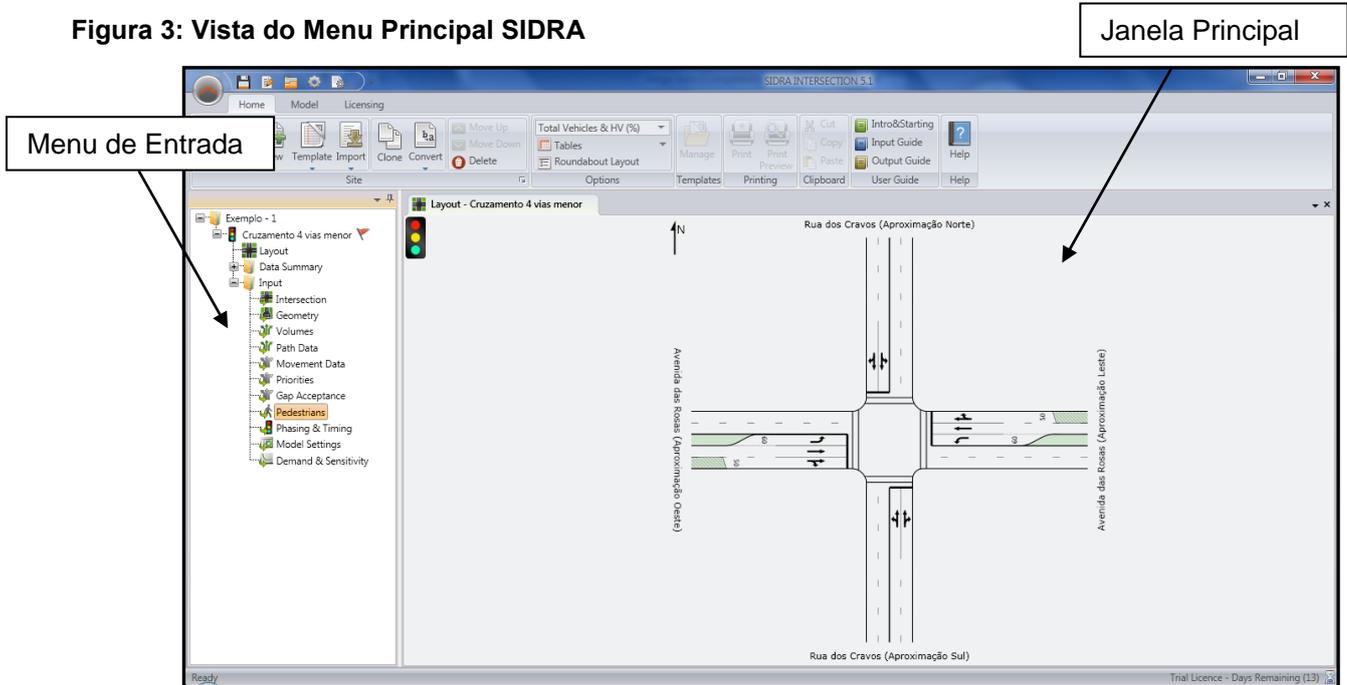
Se o cruzamento for existente deve-se colher dados de tempo de ciclo e tempo de cada fase durante o horário de pico tanto por observação como por dados obtidos da autoridade competente. Se essa informação não estiver disponível o SIDRA irá calcular o ciclo e as fases do cruzamento automaticamente.

Essas informações de ciclos e fases são importantes para verificar se o SIDRA está modelando o cruzamento corretamente já que as filas e o tempo perdido modelados pelo SIDRA devem coincidir com as condições existentes.

### 3. O SIDRA

A **Error! Reference source not found.** representa a vista do menu principal do SIDRA. No lado esquerdo estão os campos a serem preenchidos para a modelagem dentro da pasta input e na janela maior está a representação gráfica do cruzamento.

Figura 3: Vista do Menu Principal SIDRA



#### 3.1 Geometria

No menu Geometria é onde se entra os dados geométricos do cruzamento conforme a Figura 4 e Figura 5.

Figura 4: Menu Geometria

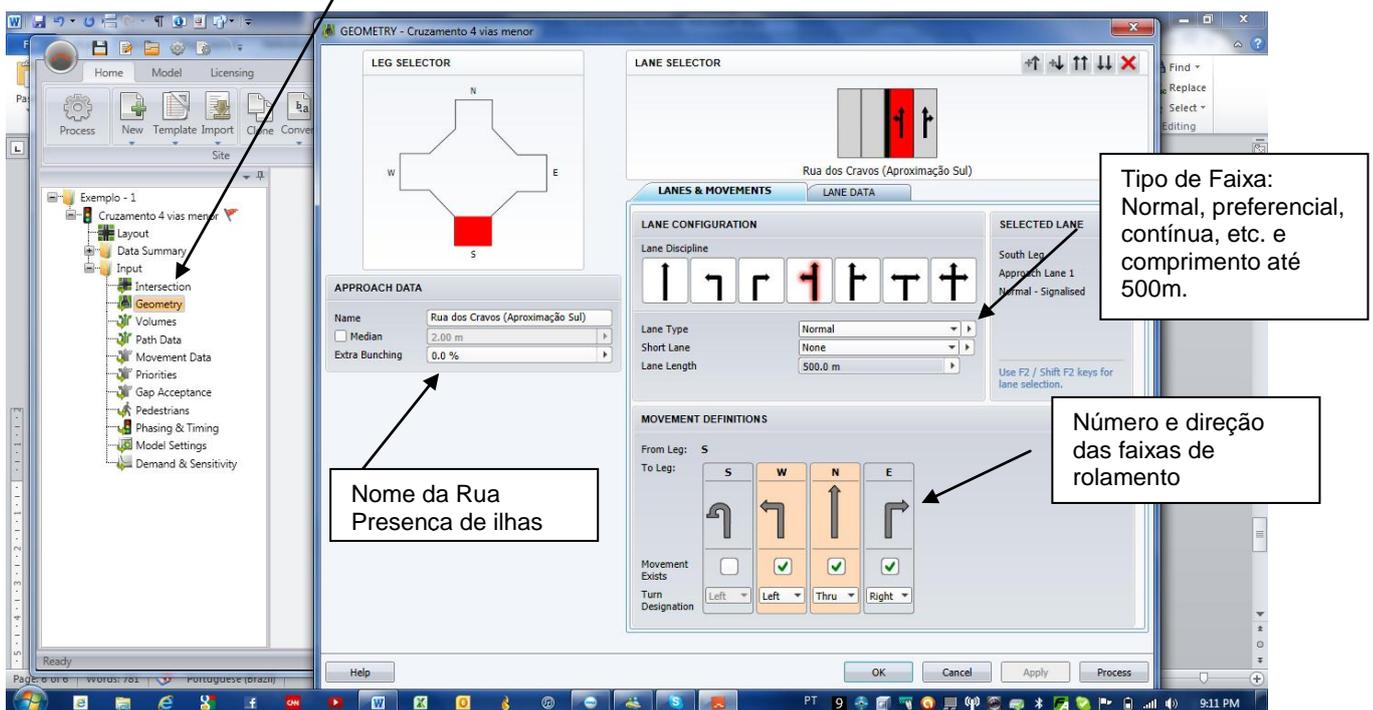
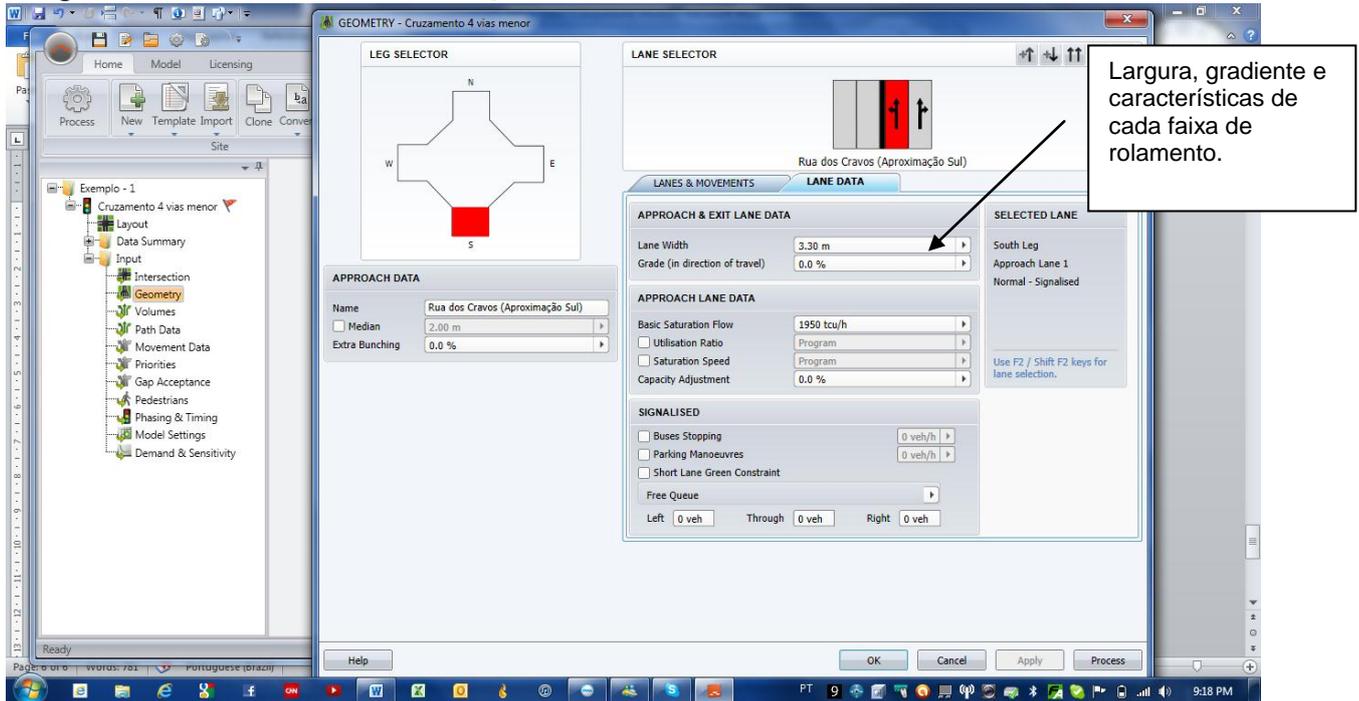


Figura 5: Menu Geometria Continuação

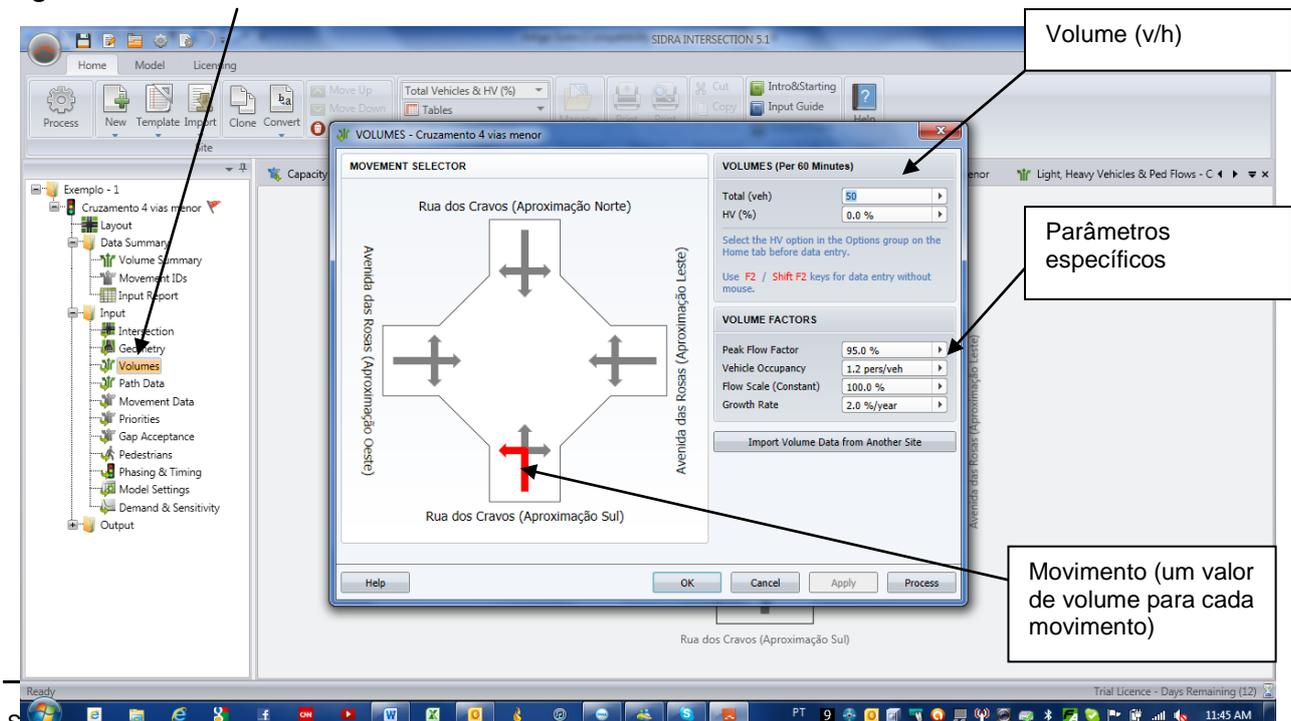


Nesse estágio é possível configurar outras variáveis para cada faixa de rolamento, exemplo fluxo de saturação, presença de manobras de ônibus e estacionamento que reduzam a capacidade da faixa, como também outros parâmetros mais avançados que não serão discutidos aqui.

### 3.2 Volumes

A Figura 6 mostra o menu de volumes onde são inseridos dados de volumes de veículos e pedestres. Outros parâmetros podem ser entradas como fator de pico, número de passageiros por veículo e taxa de crescimento de tráfego anual. Esses parâmetros mais específicos não serão abordados aqui.

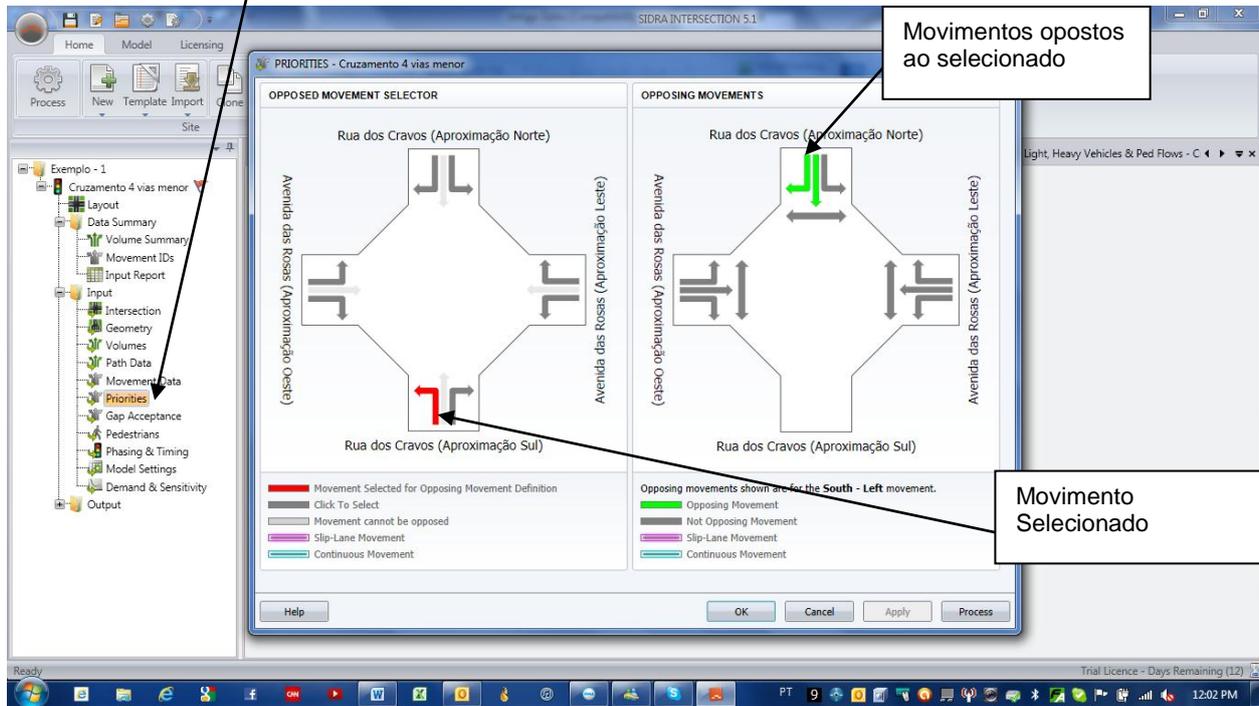
Figura 6: Menu Volumes



### 3.3 Menus Path Data, Movement Data e Priorities (Dados de Percurso, Movimento e Prioridades)

Nesses três menus é onde se entra dados de velocidade da via, pelotão de tráfego (se a característica do movimento é chegar em blocos devido a proximidade a outros cruzamentos) e prioridades de movimento caso somente parte dos movimentos sejam controlados pelo semáforo e o restante por negociação.

Figura 7: Menu Priorities



### 3.4 Menu Gap Acceptance (Intervalos)

O menu de intervalos é usado para especificar os tempos em segundos do intervalo crítico e intervalo seguinte dentro outros tipos.

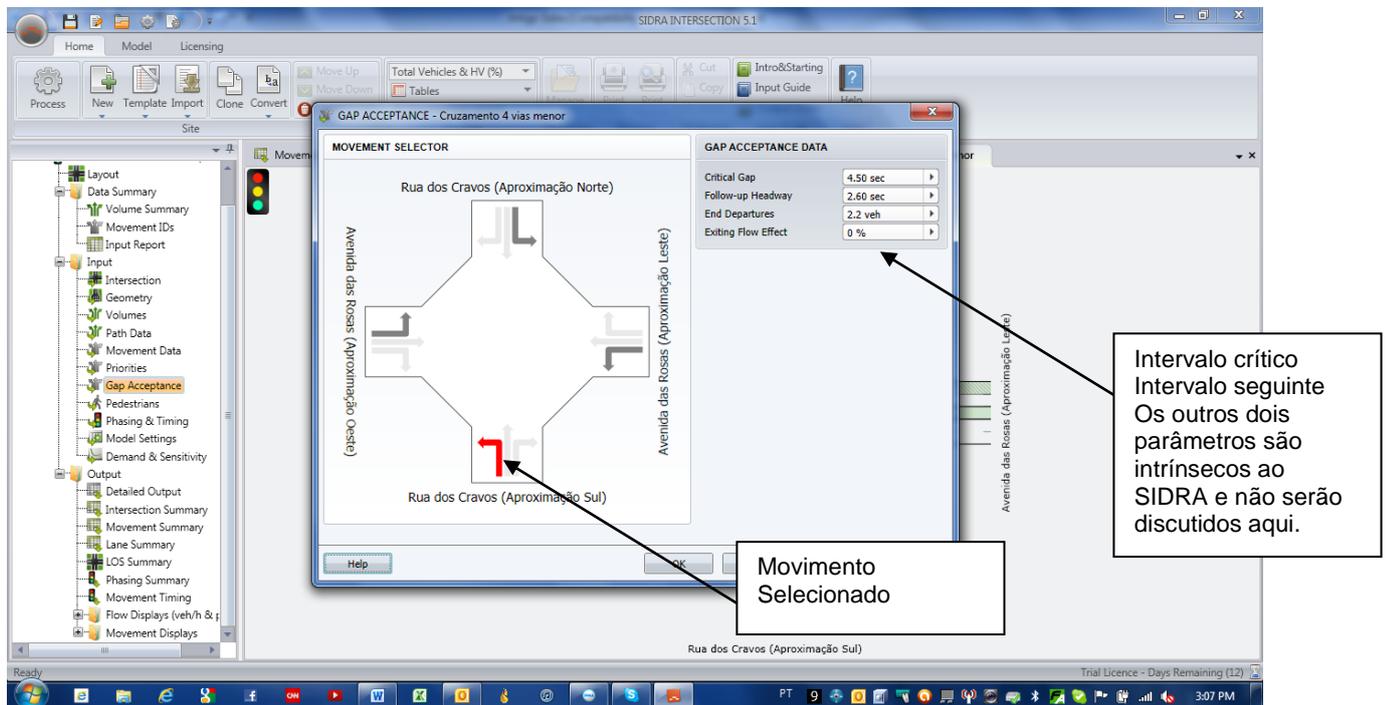
O intervalo crítico (segundos) é o tempo mínimo (espaço e tempo) entre veículos sucessivos transitando na via de tráfego principal que é aceitável para entrada de tráfego vindo da via secundária.

O intervalo seguinte (segundos) é a média de espaço e tempo entre veículos sucessivos transitando na via de tráfego secundária entrando num intervalo de espaço e tempo disponível na via principal. O espaço seguinte é uma saturação ("soltura" das filas) de distância, e o fluxo correspondente de saturação (v/h) máximo é de 3600 v/h. Esse fluxo de 3600 v/h de intervalo seguinte é o máximo possível e ocorre quando os veículos conseguem entrar a via principal sem conflitos (zero tráfego oposto). A capacidade para um fluxo de tráfego conflitante é reduzida na proporção de tempo em que intervalos aceitáveis ocorrem.

Na Austrália, pesquisas empíricas foram realizadas e os valores aceitos de intervalo crítico e intervalo seguinte são 4.5s e 2.6s respectivamente. Eu desconheço se pesquisas semelhantes foram realizadas no Brasil, portanto adotaremos esses valores que são padrão Australiano e do SIDRA.

Há opiniões variadas sobre esse assunto e o especialista deve fazer medições empíricas para obter os tempos de do intervalo critico e seguinte no caso de divergência de opiniões. Esse assunto não será abordado aqui, pois difere do objetivo desse artigo.

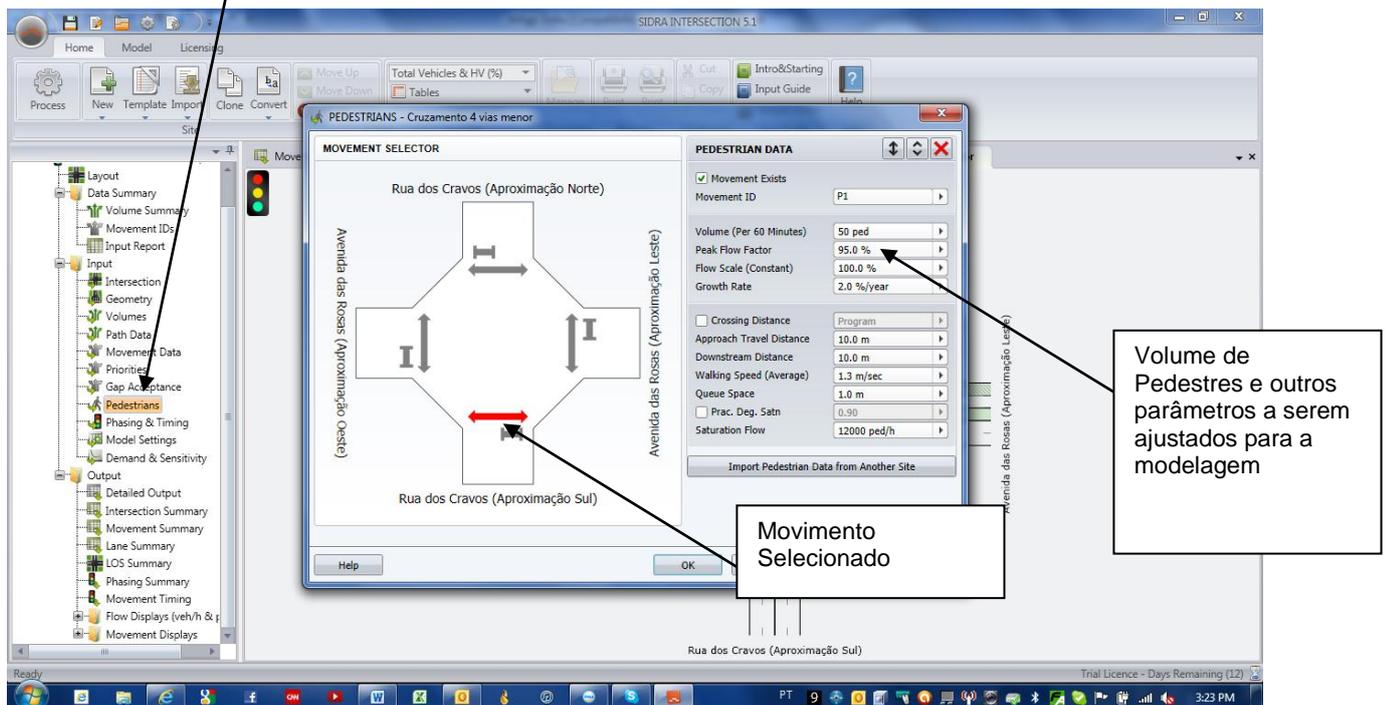
Figura 8: Menu de Intervalos



### 3.5 Menu Pedestres

Nesse menu entram-se informações sobre o número de pedestres, se disponível.

Figura 9: Menu Pedestres



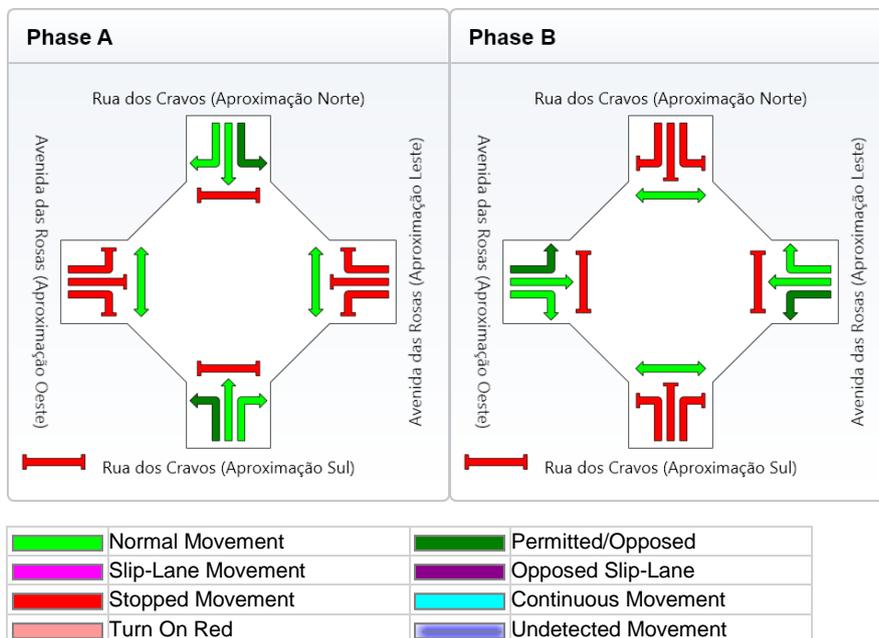
### 3.6 Menu Fases

Um dos mais importantes passos na modelagem no nosso caso semafórica é “acertar” as fases do cruzamento. Para esse exemplo preparei quatro opções de fases explicadas a seguir. Em relação ao ciclo, ciclo ótimo e tempos de cada fase eu deixei o SIDRA calcular os valores automaticamente:

#### 3.6.1 Tentativa 1 – Duas fases

A 1ª tentativa de análise será com Duas fases de acordo com a Figura 10. Nesse cenário ocorrem movimentos opostos (curva a esquerda) não controlados pelo semáforo e os veículos tem que dar passagem a movimentos opostos. Os pedestres também não tem fase exclusiva e são “filtrados” entre os carros. Nessa fase o quesito segurança é comprometido perante a necessidade de se manter a capacidade do cruzamento.

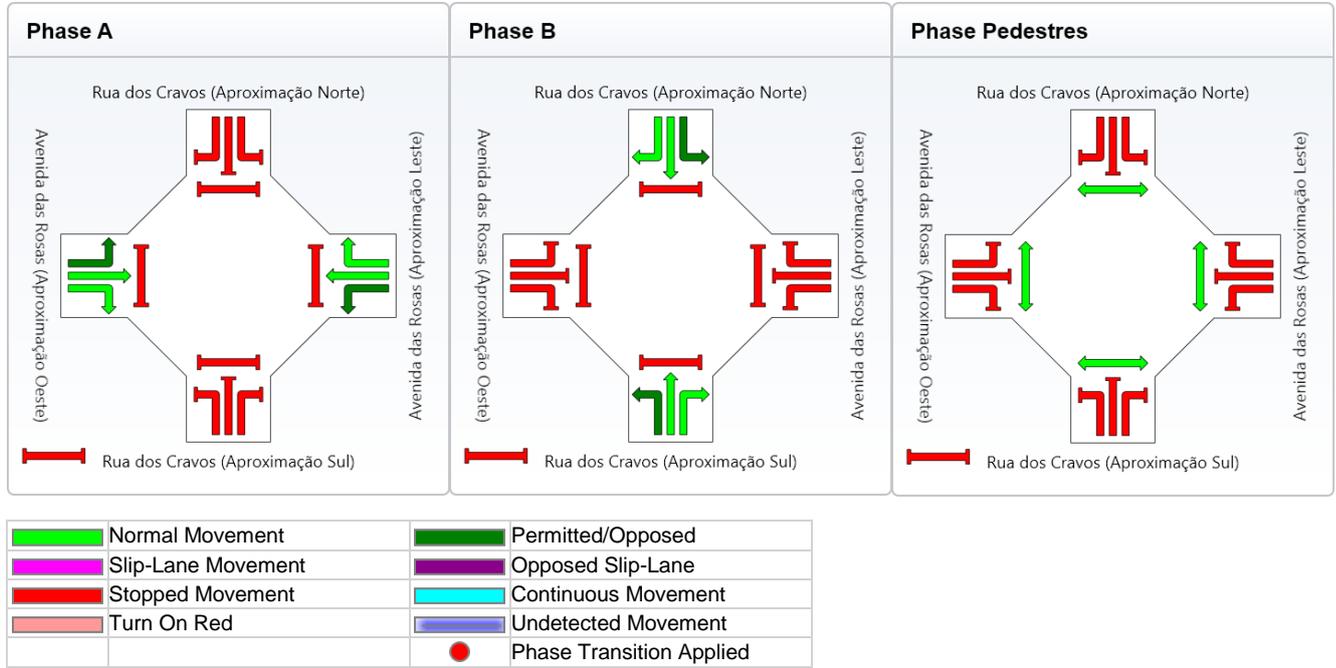
**Figura 10: Duas Fases**



### 3.6.2 Tentativa 2 - Três fases

Na tentativa 2 é introduzida uma fase de pedestres para que se aumente a segurança no cruzamento.

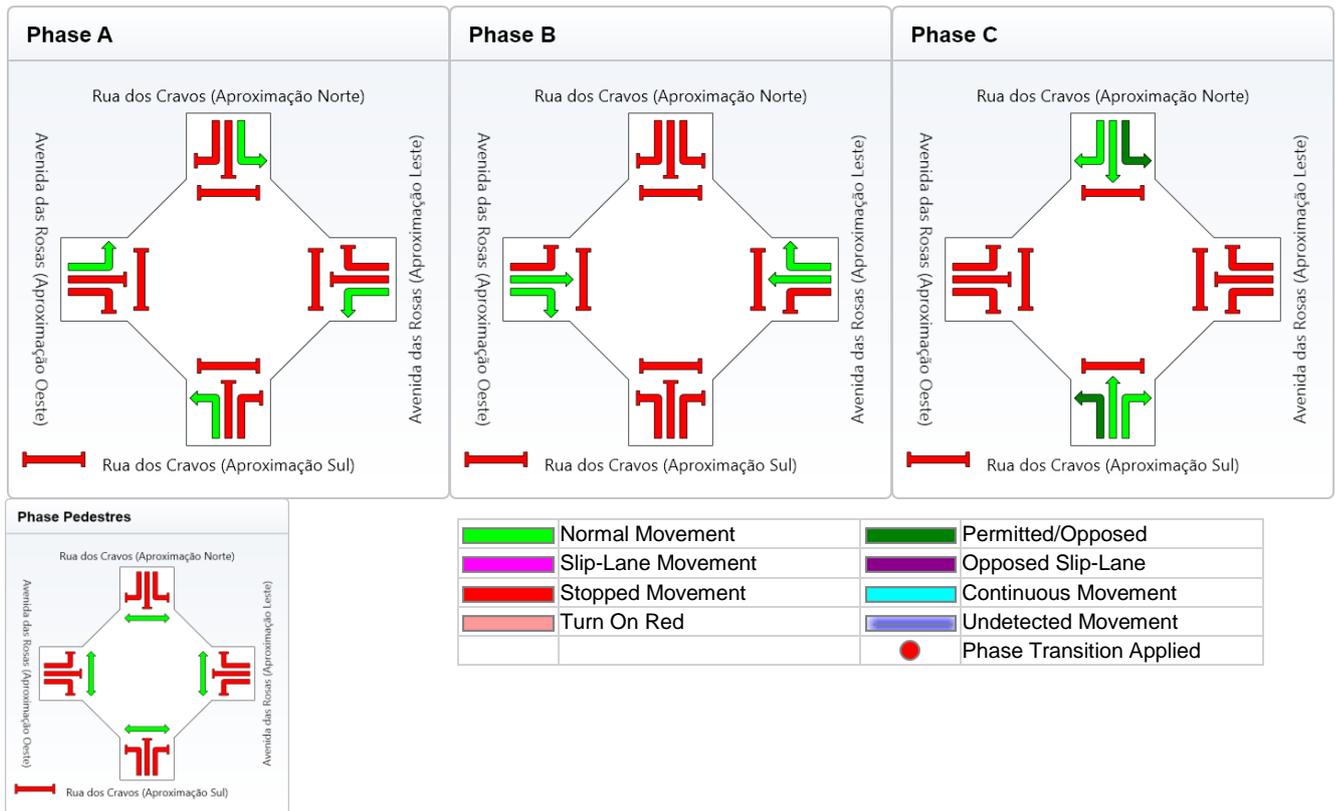
Figura 11: Três Fases



### 3.6.3 Tentativa 3 – Quatro Fases

A tentativa 3 adiciona mais um nível de segurança controlando as curvas a esquerda na Avenida das Rosas que é a avenida principal com mais tráfego. As curvas a esquerda na Rua dos Cravos são mantidas ao mesmo tempo em movimentos opostos devido ao baixo volume de tráfego.

Figura 12: Quatro Fases



### 3.6.4 Tentativa 4 – Cinco Fases

Nesse cenário uma fase extra é adicionada para aliviar as condições na aproximação oeste da Avenida das Rosas devido ao tráfego intenso vindo do oeste.

Figura 13: Cinco Fases

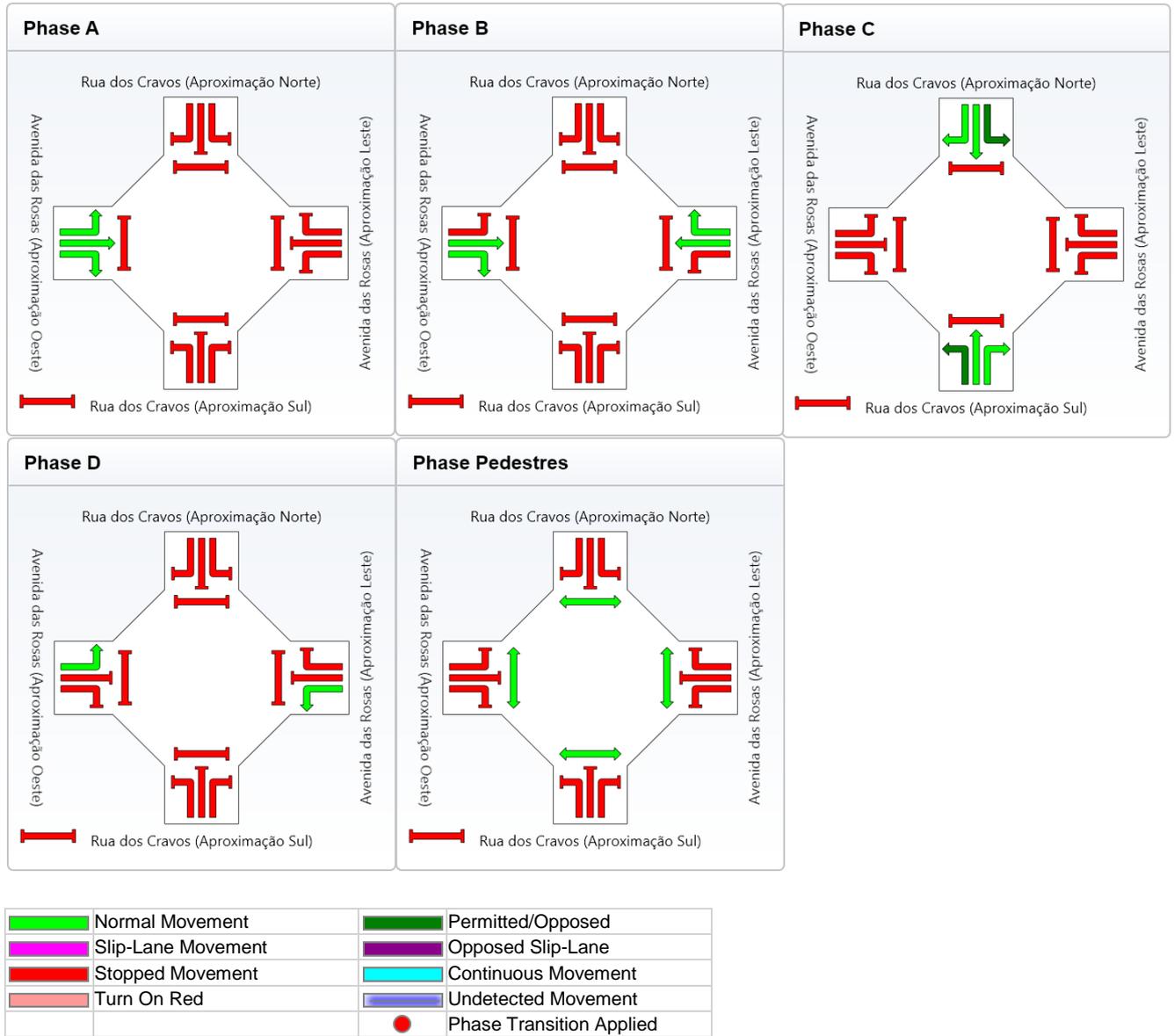
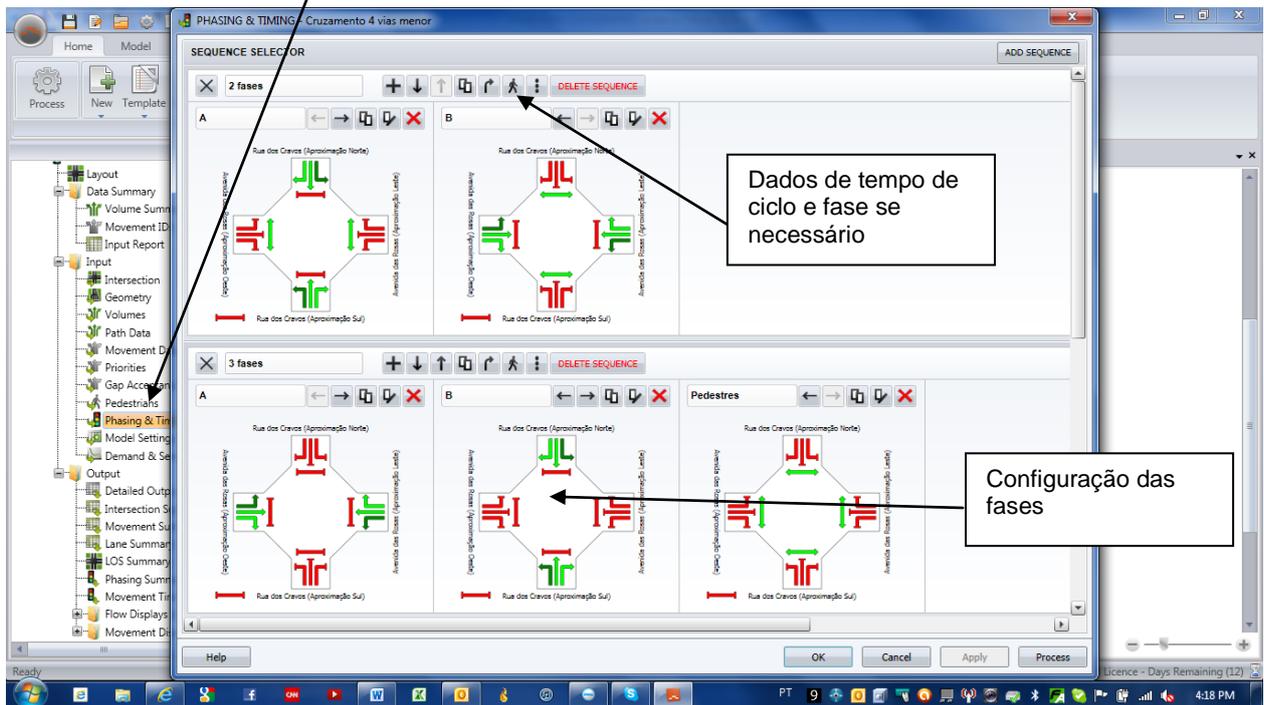


Figura 14: Menu Phasing and Timing



## RESULTADOS

Os resultados do SIDRA são exibidos na pasta Output e incluem diversos parâmetros de análise expostos em tabelas. Para esse exercício estaremos focados nas tabelas de resumos de movimento e faixas de rolamento.

As tabelas a seguir são os resultados da simulação para cada cenário:

**Tabela 1: Resumo dos Resultados SIDRA**

	2 fases			3 fases			4 fases			5 fases		
	Grau de Saturação	Tempo médio (seg)	95% Filas (metros)	Grau de Saturação	Tempo médio (seg)	95% Filas (metros)	Grau de Saturação	Tempo médio (seg)	95% Filas (metros)	Grau de Sauração	Tempo médio (seg)	95% Filas (metros)
<b>Rua dos Cravos (Aproximação Sul)</b>												
Esq	0.187	26.2	12.3	0.797	78.6	24.0	0.691	64.1	32.8	0.919	101.9	31.1
Reto	0.187	16.7	17.3	0.611	56.2	55.6	0.691	71.1	60.1	0.594	68.7	68.3
Dir	0.187	24.5	17.3	0.611	64.4	55.6	0.691	83.4	60.1	0.594	76.9	68.3
<b>Avenida das Rosas (Aproximação Leste)</b>												
Esq	0.216	36.5	6.5	0.353	63.6	12.9	0.161	74.8	15.1	0.428	89.2	17.1
Reto	0.543	10.1	76.5	0.554	15.0	157.5	0.643	25.4	239.7	0.732	34.1	273.4
Dir	0.543	17.3	37.1	0.554	20.4	40.6	0.643	29.4	49.3	0.732	41.3	63.2
<b>Rua dos Cravos (Aproximação Norte)</b>												
Esq	0.251	25.0	19.3	0.827	76.7	41.0	1.055	133.0	66.3	0.820	91.8	48.2
Reto	0.251	16.8	23.6	0.827	64.1	81.7	1.055	143.9	136.3	0.820	77.5	101.6
Dir	0.251	24.9	23.6	0.827	71.0	81.7	1.055	160.1	136.3	0.820	84.0	101.6
<b>Avenida das Rosas (Aproximação Oeste)</b>												
Esq	0.558	27.3	28.8	0.653	41.2	54.7	0.803	84.8	85.6	0.803	71.8	68.3
Reto	0.882	22.4	214.2	0.900	31.2	425.5	1.056	112.7	911.4	0.982	64.7	717.9
Dir	0.882	25.7	81.6	0.900	35.6	81.6	1.000	43.2	81.6	0.982	41.4	81.6

**Tabela 2: Resumo das Fases e Ciclo 2 Fases**

Fase	A	B
Tempo de Verde (seg)	19	31
Tempo de Amarelo (seg)	3	3
Todo Vermelho (seg)	2	2
Tempo da Fase (seg)	24	36
Divisão da Fase	40 %	60 %

Ciclo 60 segundos (ciclo prático)

**Tabela 3: Resumo das Fases e Ciclo 3 Fases**

Fase	A	B	Pedestres
Tempo de Verde (seg)	71	14	19
Tempo de Amarelo (seg)	3	3	4
Todo Vermelho (seg)	2	2	2
Tempo da Fase (seg)	76	19	25
Divisão da Fase	63 %	16 %	21 %

Ciclo = 120 segundos (ciclo prático)

**Tabela 4: Resumo das Fases e Ciclo 4 Fases**

Fase	A	B	C	Pedestres
Tempo de Verde (seg)	16	80	13	19
Tempo de Amarelo (seg)	3	3	4	4
Todo Vermelho (seg)	2	2	2	2
Tempo da Fase (seg)	21	85	19	25
Divisão da Fase	14 %	57 %	13 %	17 %

Ciclo = 150 segundos (ciclo prático)

**Tabela 5: Resumo das Fases e Ciclo 5 Fases**

Fase	A	B	C	D	Pedestres
Tempo de Verde (seg)	10	70	18	6	19
Tempo de Amarelo (seg)	3	3	3	4	4
Todo Vermelho (seg)	2	2	2	2	2
Tempo da Fase (seg)	15	75	23	12	25
Divisão da Fase	10 %	50 %	15 %	8 %	17 %

Ciclo = 150 segundos (ciclo prático)

A Tabela 6 abaixo foi desenvolvida pela empresa Cardno de Melbourne e é aceita pelas autoridades competentes como uma forma de se classificar as condições do cruzamento de acordo com o grau de saturação, que é o parâmetro principal de análise em Melbourne. Os outros critérios críticos são a demora e comprimento das filas encontrados nas tabelas acima.

**Tabela 6: Classificação da Operação do Cruzamento pelo Critério Grau de Saturação.**

Grau de Saturação	Condições de Operação do Cruzamento
Até to 0.6	Excelente
0.6 a 0.7	Muito Bom
0.7 a 0.8	Bom
0.8 a 0.9	Aceitável
0.9 a 1.0	Pobre
Acima de 1.0	Muito Pobre

## 5. CONCLUSÕES

- As condições de saturação, filas e demora para o cruzamento da Avenida das Rosas com a Rua dos Cravos varia de acordo com o ciclo e o número de fases. Intuitivamente, a Avenida das Rosas deve ter mais tempo de verde já que é a via principal e carrega um volume maior de tráfego.
- Os resultados do SIDRA indicam que o melhor cenário em termos de saturação, filas e demora é o cenário com 2 fases. Nesse cenário o cruzamento opera em condições aceitáveis com um grau de saturação de aproximadamente 0.88, filas de aproximadamente 214m na aproximação oeste e demoras médias de 37s na aproximação leste. O ciclo ótimo calculado pelo SIDRA é de 60s. Esse é o melhor cenário de operação para o cruzamento em benefício dos volumes, porém é o mais comprometedor em termos de segurança já que nem todos os movimentos são controlados pelo semáforo com motoristas e pedestres tendo que negociar a passagem.
- Nos cenário com 3 fases a segurança dos pedestres é aumentada com uma fase dedicada aos pedestres com duração de 25s. Porém, o ciclo ótimo aumenta para 120s. O grau de saturação também aumenta para 0.9 ainda classificando o cruzamento como aceitável já que as filas são esvaziadas a cada ciclo. Na aproximação oeste as filas aumentam para aproximadamente 426m
- No cenário com 4 fases a segurança para os motoristas é aumentada com as conversões a esquerda vindas da Avenida das Rosas controladas pelo semáforo através de uma fase específica. Porém, nesse cenário o cruzamento esta operando acima da capacidade e com filas e é classificado como muito pobre. O ciclo prático é de 150s.
- O cenário com 5 fases é uma melhora do cenário 4 adicionando-se uma fase específica para a aproximação oeste. Essa fase torna-se benéfica para a operação do cruzamento reduzindo o grau de saturação para abaixo de 1. Isso implica que as filas serão esvaziadas a cada ciclo. As filas na aproximação leste chegam a aproximadamente 718m e o ciclo atinge um patamar máximo de 150s. A opção de 5 fases é a que balanceia as necessidades de segurança e saturação do cruzamento, porém o aumento das filas e tempo de espera é inevitável.
- Em resumo, qual seria a opção melhor? Talvez todas menos a de 4 fases. Onde os resultados do SIDRA terminam entra o julgamento do profissional da área. Será que é possível adicionar uma faixa de rolamento na Avenida das Rosas, ou há suficiente capacidade de armazenamento de filas? Talvez não haja pedestres na área e há a possibilidade de se eliminar a fase exclusiva de pedestres. Enfim, várias interações com o SIDRA são possíveis.