

Laura Cunha de Faria

**COMPATIBILIDADE DE DURAÇÃO DA FASE DE
TRAVESSIA DE PEDESTRE EM SEMÁFOROS DE
TRÂNSITO URBANO COM A VELOCIDADE DE
LOCOMOÇÃO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2014

Laura Cunha de Faria

**COMPATIBILIDADE DE DURAÇÃO DA FASE DE TRAVESSIA DE
PEDESTRE EM SEMÁFOROS DE TRÂNSITO URBANO COM A
VELOCIDADE DE LOCOMOÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Educação Física da Escola
de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Hanz Joachim Menzel

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2014

Resumo

A caminhada é a locomoção básica na vida cotidiana, sendo o meio mais eficiente para percorrer curtas distâncias (PERRY, 2005). Ao se locomover o pedestre passa por situações estressantes, como atravessar uma rua, mesmo utilizando o sinal de trânsito. Por o grupo de pedestre ser heterogêneo, é possível verificar diferentes velocidades de caminhada, que variam de 1,1 m/s (idosos) a 1,4 m/s (adultos). Por isso, o tempo de transição (vermelho intermitente) do sinal de pedestre deveria ser suficiente para as pessoas terminarem a travessia. O objetivo desse trabalho é determinar se o tempo de transição é suficiente para o pedestre terminar a travessia caminhando. Para isso foi realizada uma coleta em 20 diferentes logradouros, onde foram cronometrados o tempo verde e vermelho intermitente. Foi calculada a média e desvio padrão dos tempos dos dois avaliadores e a velocidade que o pedestre deve atravessar a faixa estando a 1 metro do passeio do qual partiu e na metade da travessia deslocando-se apenas para frente. Também foi calculada a distância que o pedestre pode percorrer em quatro diferentes velocidades no tempo do vermelho intermitente. Os cálculos para determinar o tempo de transição foram realizados utilizando padrões internacionais, sendo que estes não se aplicam a realidade brasileira (LEVINE, 1999). Além disso é possível observar o desrespeito dos motoristas em relação ao pedestre e ao Código de Trânsito Brasileiro. De acordo com a legislação o pedestre deveria ter condições de chegar ao outro lado caminhando confortavelmente se ele já começou a travessia. Porém, em 17 de 20 semáforos analisados o pedestre teria que correr, no caso extremo (sinal 2) com uma velocidade de 5m/s (18 km/h), se ele acabou de entrar na rua. Se ele já está na metade da rua ainda existem 3 de 20 situações, que exigem que o pedestre corra, para chegar ao outro lado da rua. Para crianças, pessoas idosas e com necessidades especiais a situação está muito mais dramática.

Palavras-chave: Velocidade de caminhada. Sinal de pedestre. Trânsito.

Sumario

1 INTRODUÇÃO.....	4
1.1 A Marcha Humana.....	4
1.2 A Locomoção Cotidiana.....	5
1.3 Estabilidade e risco de queda na caminhada e corrida.....	5
1.4 Situação do Pedestre no Trânsito	6
1.5 Justificativa.....	8
1.6 Objetivos.....	8
1.7 Hipótese.....	8
 2 MÉTODOS	 9
2.1 Análise Estatística.....	10
 3 RESULTADOS.....	 11
 4 DISCUSSÃO.....	 14
 5 CONCLUSÃO.....	 16
 REFERÊNCIAS.....	 17
 ANEXOS.....	 19

1 Introdução

1.1 A marcha humana

A caminhada e corrida são a locomoção básica na vida cotidiana. Segundo Perry (2005), a marcha é uma habilidade motora complexa, composta por movimentos cíclicos dos membros inferiores que geram deslocamento do corpo. O padrão de marcha é alterado com o envelhecimento, em mulheres grávidas, crianças e pessoas com deficiências locomotoras.

A marcha pode ser dividida em duas fases: apoio e balanço, sendo o apoio subdividido em simples e duplo. O apoio consiste no período em que o pé está em contato com o chão, podendo ser apenas um dos pés (apoio simples) ou o contato simultâneo dos dois pés (apoio duplo). À medida que a velocidade de caminhada aumenta, a fase de apoio duplo diminui e é substituído por uma fase de voo.

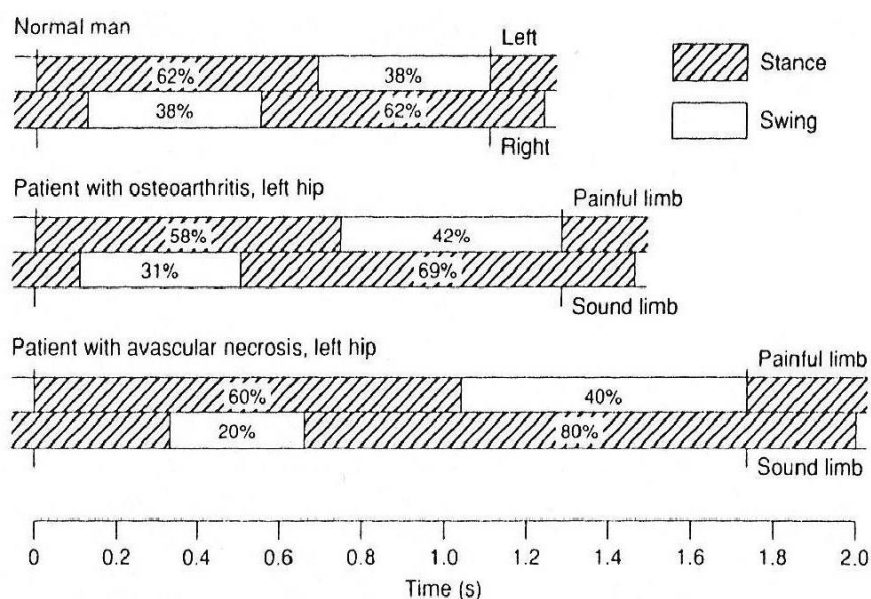


FIGURA 1: padrão da marcha.

Fonte: Vaughan *et al.*, 1992, p.10.

Idosos, pessoas com deficiência ou com alguma limitação nos membros inferiores possuem uma alteração na marcha. A fase de apoio unipedal é diminuída, no caso dos idosos, ou pode ocorrer uma assimetria no padrão entre os membros inferiores. A figura 1 ilustra essa assimetria em 3 situações: padrão normal, paciente com

osteoartrite quadril esquerdo e paciente com necrose vascular quadril esquerdo.

1.2 Locomoção na vida cotidiana

A caminhada é o meio mais eficiente para percorrer curtas distâncias. São muitas as variáveis que podem influenciar a velocidade de caminhada, como o tamanho do membro inferior, a temperatura ambiente, pressão de tempo, socialização, entre outras. A velocidade pode ser dividida em velocidade máxima e velocidade confortável.

Bohannon realizou um estudo com homens e mulheres entre 20-70 anos, onde determinou faixas de velocidade confortável e velocidade máxima. A média de velocidades dos homens foi maior que a média das mulheres, sendo que ambas diminuem a medida que a idade aumenta.

Novaes *et al* realizou um estudo similar com brasileiros com idade maior ou igual a 40 anos. Os resultados encontrados nesse estudo foram comparados com os valores de referência estrangeiros. Foi encontrado diferenças significativas entres os estudos comparados.

1.3 Estabilidade e risco de queda na caminhada e corrida

A Kellog International Working Group (1987, *apud* LORD, STEPHEN; 2001) definiu queda como ir ao chão ou a algum plano mais baixo não intencionalmente, como consequência de um golpe violento, perda de consciência ou repentina paralisia devido a um derrame ou crise epilética. Estudos mostram que a alteração no padrão da marcha em idosos aumenta o risco de queda, assim como mudanças bruscas de direção.

Segundo Anderson, o número de quedas na população idosa no Brasil, cerca de 14,5 milhões, é 4.350

milhões por ano. Teixeira *et al.* encontraram em seu estudo maiores fases de apoio e menores fases de balanço no caminhar dos idosos.

A fase de balanço exige um maior controle do corpo, o que, com a idade, é dificultado. Alguns estudos mostram que os idosos possuem uma contribuição proprioceptiva insuficiente, ou seja, não passa sinais periféricos de forma eficiente, isso porque o número de receptores diminui com o passar do tempo. No caso da marcha, qualquer alteração no equilíbrio ou que cause desconcentração pode ocasionar na queda do idoso.

1.4 Situação do pedestre no trânsito

Segundo Diógenes 2008, pedestres são todos os usuários do sistema de transporte público que se locomovem andando ou utilizando um aparelho de locomoção, como cadeira de rodas, skate e patins, ou sendo transportados passivamente ou parados em vias públicas e não estejam utilizando veículos automotores ou de tração animal ou bicicleta. Visto essa definição de pedestre, pode-se entender que o grupo de pedestre é um grupo heterogêneo, que engloba desde crianças de colo à idosos, passando por pessoas com dificuldade de locomoção e pessoas que utilizam algum tipo de aparelho de locomoção.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) regulamenta as regras de circulação para os pedestres sendo que no artigo 68 é determinado que os pedestre devem utilizar passeios ou as passagens apropriadas das vias urbanas e dos acostamentos das vias rurais, mas “Nas áreas urbanas, quando não houver passeios ou quando não for possível a utilização destes, a circulação de pedestres na pista de rolamento será feita com prioridade sobre os veículos, pelos bordos da pista, em fila

única, exceto em locais proibidos pela sinalização e nas situações em que a segurança ficar comprometida.”

O pedestre é o componente mais fraco no trânsito e por isso os seus direitos e deveres devem ser respeitados. Ao atravessar uma via de circulação, mesmo pelos meios adequados, este é o momento de maior perigo para o pedestre, pois é quando podem ocorrer colisões com os veículos motorizados ou bicicletas.

“Art. 69. Para cruzar a pista de rolamento o pedestre tomará precauções de segurança, levando em conta, principalmente, a visibilidade, a distância e a velocidade dos veículos, utilizando sempre as faixas ou passagens a ele destinadas sempre que estas existirem numa distância de até cinquenta metros dele, observadas as seguintes disposições:

- I - onde não houver faixa ou passagem, o cruzamento da via deverá ser feito em sentido perpendicular ao de seu eixo;
- II - para atravessar uma passagem sinalizada para pedestres ou delimitada por marcas sobre a pista:
 - a) onde houver foco de pedestres, obedecer às indicações das luzes;
 - b) onde não houver foco de pedestres, aguardar que o semáforo ou o agente de trânsito interrompa o fluxo de veículos;
 - III - nas interseções e em suas proximidades, onde não existam faixas de travessia, os pedestres devem atravessar a via na continuação da calçada, observadas as seguintes normas:
 - a) não deverão adentrar na pista sem antes se certificar de que podem fazê-lo sem obstruir o trânsito de veículos;
 - b) uma vez iniciada a travessia de uma pista, os pedestres não deverão aumentar o seu percurso, demorar-se ou parar sobre ela sem necessidade.

Art. 70. Os pedestres que estiverem atravessando a via sobre as faixas delimitadas para esse fim terão prioridade de passagem, exceto nos locais com sinalização semafórica, onde deverão ser respeitadas as disposições deste Código.

Parágrafo único. Nos locais em que houver sinalização semafórica de controle de passagem será dada preferência aos pedestres que não tenham concluído a travessia, mesmo em caso de mudança do semáforo liberando a passagem dos veículos.” (CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, 1997)

1.5 Justificativa

A percepção subjetiva é que nem sempre é possível chegar ao outro lado da rua quando a fase do vermelho intermitente começa.

Em função disso, deveria ser verificada a situação em diferentes semáforos para saber se existe um tempo suficiente do momento de início do alerta até o final de liberação da travessia para chegar com segurança ao outro lado.

1.6 Objetivo

Este estudo tem como objetivos:

- Determinar a duração da fase de transição;
- Determinar a distância máxima a ser percorrida durante o intervalo por meio da caminhada;

1.7 Hipótese da Pesquisa

O tempo estabelecido para a fase de transição dos semáforos de pedestre não é compatível com a velocidade de caminhada de grande parte da população.

2 Métodos

Foi realizada uma coleta em 20 semáforos de diferentes logradouros das ruas de Belo Horizonte. Os semáforos foram escolhidos de acordo com o fluxo de pedestres, tamanho da rua e locais como escolas, hospitais e creches. Os semáforos estão localizados principalmente na região hospital, centro, centro-sul e Pampulha. A lista detalhada dos sinais escolhidos está em anexo.

Em cada logradouro foi medido a largura da via e os tempos do vermelho, verde e vermelho intermitente. Além disso, foram realizadas filmagens dos pedestres atravessando a rua e foi medida a largura da faixa de pedestre e a largura entre faixas.

Para verificar a validade do método, foi realizado uma medição teste. Dois avaliadores realizaram dez medidas do tempo verde e vermelho intermitente no mesmo sinal, simultaneamente. Após a medição teste foram realizadas as coletas.

Para determinar o tempo dos sinais foi cronometrado cada ciclo completo, sendo este o tempo vermelho, tempo verde e vermelho intermitente. As medidas foram realizadas por dois avaliadores, que cronometraram simultaneamente os sinais.

Após calcular a média do tempo vermelho intermitente, foi determinada a velocidade que o pedestre deve atravessar a faixa no tempo disponível em duas situações:

a. Começando a travessia, a 1m de distância do passeio;

b. Estando na metade da travessia.

Também foi calculada as distâncias que o pedestre percorre no tempo vermelho intermitente em quatro diferentes velocidades:

a. 1,2 m/s

b. 1,4m/s

c.1,6m/s

d.2,0m/s

Para os cálculos foi considerado que o pedestre desloca apenas para frente.

2.2 Análise estatística

Para a análise estatística utilizou-se o pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS para *Windows* na versão 18.0. Foi calculada a média e o desvio-padrão dos tempos vermelho, verde e vermelho intermitente de todos os sinais. Além disso foi realizado o teste t-pareado para verificar se houve diferenças significativas das variáveis entre os avaliadores.

3 Resultados

Os resultados apresentados serão referentes a media das medidas dos dois avaliadores, pois não foram identificadas diferenças significativas entre eles.

Os resultados da medição teste podem ser vistos na tabela 1.

TABELA 1: Resultado da medição teste apresentando o número de tentativas, os mínimos, máximos, médias e desvio padrão.

	N	Mínimo (s)	Máximo (s)	Média (DP) (s)
T verde AV1	10	23,66	26,67	24,10 (0,296)
T verm. Intermitente AV2	10	3,07	4,08	3,50 (0,311)
T verde AV1	10	23,33	25,23	24,26 (0,533)
T verm. Intermitente AV2	10	3,07	3,96	3,96 (0,300)

Foi realizado o teste t-pareado para verificar as diferenças entre as médias dos tempos verdes e vermelho intermitente entre os avaliadores. Não houve diferença significativa, para as variáveis tempo verde e vermelho intermitente, entre os avaliadores. Para o tempo verde foi encontrado $p=0,486$, e para o tempo vermelho intermitente $p=0,954$.

A tabela 2 apresenta os resultados das médias e desvio padrão do tempo vermelho intermitente de todos os sinais e a velocidade de caminhada que o pedestre deve realizar para terminar a travessia no tempo estipulado tendo percorrido apenas 1 metro da faixa ou estando na metade da travessia.

TABELA 2: Largura das vias com as respectivas médias do tempo vermelho intermitente e as velocidades de caminhada em duas situações de acordo com cada região.

Local	Sinal	Largura (m)	Média T Verm int. (s)	Vel. à 1m (m/s)	Vel. na metade (m/s)
Pampulha	1	10	2,92	3,08	1,71
	2	19	3,60	5,0	2,63
	3	11	3,85	2,59	1,42
	4	9	4,60	1,73	0,97
Leste	5	7	3,65	1,64	0,95
	6	9	3,56	2,24	1,26
	7	10	3,33	2,70	1,50
	8	13	3,37	3,56	1,92
Savassi	9	10	4,37	2,05	1,14
	10	10	3,30	2,72	1,51
	11	13	5,04	2,83	1,28
Centro	12	20	7,52	2,52	1,32
	13	20	6,67	2,84	1,49
Região hospitar	14	10	3,70	2,43	1,35
	15	14	3,84	3,38	1,84
Centro sul	16	13	3,92	3,06	1,65
	17	10	3,90	2,30	1,28
	18	9	4,83	1,65	0,93
	19	10	3,80	2,36	1,31
	20	12	3,79	2,90	1,58

A tabela 3 mostra as distâncias totais que uma pessoa pode percorrer em cada velocidade dentro do tempo vermelho intermitente do sinal.

TABELA 3: Distâncias percorridas no tempo vermelho intermitente em cada velocidade.

Sinal	Média TVerm int. (s)	1,2 m/s (m)	1,4 m/s (m)	1,6 m/s (m)	2,0 m/s (m)
1	2,92	3,50	4,08	4,67	4,58
2	3,60	4,32	5,04	5,67	7,20
3	3,85	4,62	5,39	6,16	7,70
4	4,60	5,52	6,44	7,36	9,20 +
5	3,65	4,38	5,11	5,84	7,30 +
6	3,56	4,2	4,98	5,69	7,12
7	3,33	3,99	4,66	5,32	6,66
8	3,37	4,04	4,71	5,39	6,74
9	4,37	5,24	6,11	6,99	8,74
10	3,30	3,96	4,62	5,28	6,60
11	5,04	6,04	7,05	8,06	10,08
12	7,52	9,02	10,52	12,03	15,04
13	6,67	8,00	9,33	10,67	13,34
14	3,70	4,44	5,18	5,92	7,40
15	3,84	4,60	5,37	6,14	7,68
16	3,92	4,70	5,48	6,27	7,84
17	3,90	4,68	5,46	6,24	7,80
18	4,83	5,79	6,76	7,72	9,66 +
19	3,80	4,56	5,32	6,08	7,60
20	3,79	4,54	5,30	5,06	7,58

+: ruas em que seria possível o pedestre atravessar dentro do tempo vermelho intermitente.

4 Discussão

Os resultados encontrados mostram que a hipótese do estudo é verdadeira: não é possível o pedestre terminar a travessia caminhando. Isso pode ser explicado pelos achados no estudo de Levine e Norenzayan (1999). Esses autores verificaram diferenças na velocidade de caminhada em 31 países e foi encontrado que para cada país a velocidade média habitual era diferente. Para o estudo foram excluídos crianças, pessoas com deficiências físicas óbvias e pessoas fazendo compras. Além dos fatores individuais que influenciam a velocidade de caminhada, como a frequência da passada, tamanho do membro inferior, idade, entre outros, alguns fatores externos também alteram a velocidade, como precisão dos relógios nas ruas, tamanho da população, indicadores econômicos, clima, entre outros (Levine e Norenzayan, 1999). Portanto, utilizar valores internacionais para a velocidade de caminhada não se aplica à população brasileira, mais especificamente de Belo Horizonte.

O tempo dos sinais também deve levar em consideração a velocidade habitual de crianças, idosos e pessoas com deficiências e outras situações especiais. Segundo Novaes (2011) com o avanço da idade pode ocorrer um declínio da velocidade habitual. Na caminhada dos idosos, a fase de apoio unipedal diminui por exigir maior controle do corpo e equilíbrio, com isso a amplitude das passadas diminui, causando a diminuição da velocidade habitual (Paula, 2010).

Stolze *et al.* (1997) encontraram em seu estudo que o padrão da marcha em crianças é similar ao padrão em adultos, devido ao desenvolvimento maduro da marcha que ocorre na idade de 6-7 anos. Apesar disso, a marcha em crianças possui muitas variações, pois não alcançou maturidade suficiente para impedir que fatores externos mude o padrão de marcha.

Para realizar o cálculo do tempo de transição do sinal de pedestre, a BHTRANS, empresa responsável pelo trânsito urbano de Belo Horizonte, leva em consideração que o pedestre já se encontra na

metade da via e ele aumentará sua velocidade, alterando sua velocidade de 1,2m/s para 1,4/s. Esses valores foram baseados nos valores de referência encontrados na literatura. Se, de acordo com o CTB, o pedestre tem prioridade ao atravessar a rua, não é necessário que ele aumente sua velocidade de caminhada para chegar ao próximo passeio em segurança, pois os veículos terão obrigação de esperar o pedestre terminar a travessia. Outra consideração é que nem sempre o pedestre estará na metade da via, então o calculo deveria ser feito baseando que o pedestre está a 1 metro do passeio onde iniciou sua travessia. Desse modo o calculo do tempo de transição seria mais adequado a todas as situações presentes no trânsito.

5 Conclusão

De acordo com a legislação o pedestre deveria ter condições de chegar ao outro lado caminhando confortavelmente se ele já começou a travessia. Porém, em 17 de 20 semáforos analisados o pedestre teria que correr, no caso extremo (sinal 2) com uma velocidade de 5m/s (18 km/h), se ele acabou de entrar na rua. Se ele já está na metade da rua ainda existem 3 de 20 situações, que exigem que o pedestre corra, para chegar ao outro lado da rua. Para crianças, pessoas idosas e com necessidades especiais a situação está muito mais dramática.

O cálculo do tempo de transição deveria ser realizado baseando-se na velocidade da população brasileira, mais especificamente, da população de Belo Horizonte. Nas regiões perto de hospitais e escolas, o tempo deveria ser diferenciado, de forma ser adequado para a população idosa, crianças, pessoas com deficiências.

REFERÊNCIAS

ABREU, S.S.E; CALDAS, C.P. **Velocidade de marcha, equilíbrio e idade:** um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, Rio de Janeiro, vol. 12, n.4, p. 324-30, jul/ago 2008.

ANDERSON, M. P. **Quedas seguidas de fratura e hospitalização em idosos:** frequência, circunstâncias e fatores de risco (tese de doutorado). Rio de Janeiro: UERJ; 2003.

BRASIL. Lei n. 9.503 de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro. Brasília: DENATRAN, 1997. 708p.

BOHANNON, R.W. **Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years:** reference values and determinants. In: Age and Ageing. University of Connecticut, 1997.

DIÓGENES, M. C. **Método para avaliar o risco potencial de atropelamentos em travessias urbanas em meio de quadra.** 2008. 245f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LEVINE, R. V.; NORENZAYAN, A. The Pace of Life in 31 Countries. **Journal of Cross-Cultural Psychology.** Washington, v.30, n.2, p. 178-205, março 1999.

LORD, SR, Sherrington C, Menz HB. **Falls in older people.** Risk factors and strategies for prevention. Cambridge University, 2001

NOVAES, R.D. Velocidade Usual da Marcha em Brasileiros de Meia Idade e Idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Carlos, v.15, n.2, p.117-122, mar/abr. 2011.

PAULA, F.L. **Envelhecimento e Quedas de Idosos**. Rio de Janeiro: ed. Apicuri, 2010. vol. 1.

PERRY, J. **Análise de Marcha: Marcha Normal**. São Paulo: ed. Manole, 2005. vol. 1

STOLZE, A. Gait analysis during treadmill and overground locomotion in children and adults. **Electroencephalography and clinical Neurophysiology**. Kiel, v. 105, n.1, p. 490-497, ago. 1997.

TEIXEIRA, C.S; Link D.M.; Ribeiro J. K.; Costa V.P; Mota C.B. **Aspectos biomecânicos do caminhar em idosos**. In: XVII Jornada Acadêmica Integrada. Anais Acadêmicos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM): Santa Maria; 2002.

VAUGHAN, L. C. **Dynamics of Human Gait**. Ilinoiois: ed. Human Kinetics Publishers, 1992, vol.1.

ANEXOS

Lista dos Semáforos

- 1.** Av. Carlos Luz em frente à UFMG.
- 2.** Av. Carlos Luz esq. Rua Conceição do Mato Dentro, Ouro Preto.
- 3.** Av. Antonio Carlos em frente à portaria da UFMG.
- 4.** Av. Antonio Carlos em frente ao nº 6804.
- 5.** Av. Nossa Senhora de Fátima, em frente ao nº 2225, Carlos Prates.
- 6.** R. Pouso Alegre, em frente ao nº 1000, Floresta.
- 7.** R. Jacuí, em frente ao nº 1131, (E.E.Flávio dos Santos) Concórdia.
- 8.** Av. Cristiano Machado, em frente ao nº 505, Concórdia.
- 9.** Av. Getúlio Vargas esq. Av. Cristóvão Colombo, Savassi (praça da Savassi).
- 10.** Av. Contorno em frente ao Shopping Pátio Savassi, Funcionários.
- 11.** Praça da Liberdade esq. Rua Gonçalves Dias, Funcionários.
- 12.** Rua da Bahia esq. Av. Afonso Pena, Centro.
- 13.** Av. Afonso Pena esq. rua da Bahia, Centro.
- 14.** Av. Brasil na Praça Dr. Lucas Machado, Santa Efigênia.
- 15.** Av. Andradas, em frente à Praça da Estação, Centro.
- 16.** Av. Alvares Cabral na trincheira com a Av. Contorno (sentido bairro – centro)
- 17.** Av. Alvares Cabral na trincheira com a Av. Contorno (sentido centro-bairro)
- 18.** Av. Amazonas esq. com Av. do Contorno
- 19.** Av. do Contorno, em frente ao Colégio Pio XII
- 20.** Av. Amazonas em frente ao Campus I CEFET