

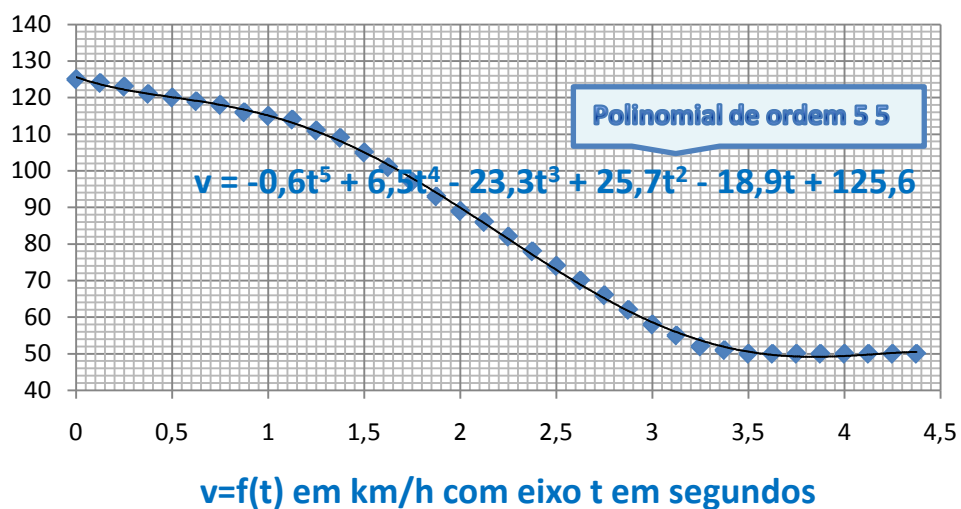
t	v	v(m/s)
0	125	34,7
0,125	124	34,4
0,25	123	34,2
0,375	121	33,6
0,5	120	33,3
0,625	119	33,1
0,75	118	32,8
0,875	116	32,2
1	115	31,9
1,125	114	31,7
1,25	111	30,8
1,375	109	30,3
1,5	105	29,2
1,625	101	28,1
1,75	97	26,9
1,875	93	25,8
2	89	24,7
2,125	86	23,9
2,25	82	22,8
2,375	78	21,7
2,5	74	20,6
2,625	70	19,4
2,75	66	18,3
2,875	62	17,2
3	58	16,1
3,125	55	15,3
3,25	52	14,4
3,375	51	14,2
3,5	50	13,9
3,625	50	13,9
3,75	50	13,9
3,875	50	13,9
4	50	13,9
4,125	50	13,9
4,25	50	13,9
4,375	50	13,9

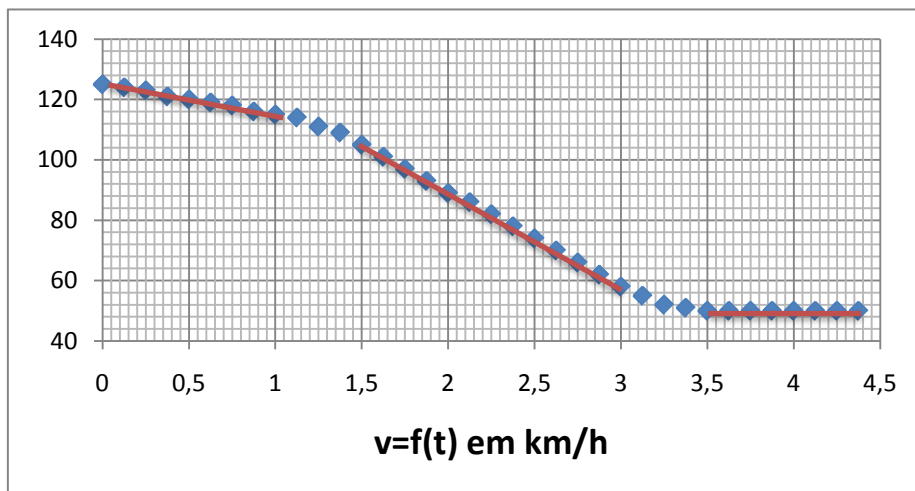
Exercício 5.8:

Obtenção do gráfico $v=f(t)$ e de uma linha de tendência com ajuste "razoável".

Tabela e gráfico $s=f(t)$:

- 1) Construa a coluna t digitando t e os dois primeiros números (0 e 0,125). Arraste do mouse até 4,375.
- 2) Construa a coluna v digitando v e a seguir, no arquivo swf da página web clique em "Copiar Tabela". Cole na primeira linha da coluna v (logo abaixo de v).
- 3) Construa a coluna v com unidade em m/s. Na primeira linha desta coluna digite o sinal de igual e clique com o mouse em 125 (primeira célula da coluna v em km/h). Tecele Enter. A seguir arraste este valor por toda a coluna.
- 4) Com as colunas 1 e 3 construa o gráfico $v=f(t)$ com uma





1) Observe que o gráfico apresenta 5 regiões, sendo 3 praticamente lineares (em vermelho) e 2 ligeiramente curvas.

As duas primeiras regiões lineares sugerem um movimento uniformemente retardado (aceleração negativa). A última região linear sugere um movimento retilíneo e uniforme (velocidade constante).

2) Raciocinando com a **realidade experimental**, podemos apelar para a seguinte argumentação:

Região 1: O motorista retira o pé do acelerador. A desaceleração nesta fase decorre provavelmente do atrito das rodas do carro com o solo.

Região 2: O motorista começa a frear. A aceleração vai aumentando (em valores negativos) a medida em que ele aperta o freio até chegar a um valor constante (fase seguinte).

Região 3: O motorista mantém os pés no freio de maneira a que a desaceleração seja uniforme.

Região 4: O motorista retira os pés do freio. A desaceleração vai reduzindo até chegar a zero.

Região 5: O motorista mantém os pés no acelerador de maneira a que a velocidade permaneça constante, agora próxima de 50km/h.

3) Com base nessas premissas, poderíamos ensaiar o seguinte "**ajuste físico**" ao problema:

Região 1: MRUA:

$$v = c_1 t + c_2 \quad (c_i = \text{constantes, com } c_2 = 125 \text{ km/h})$$

Região 2: Movimento com aceleração variável. Se a variação da velocidade se der uniformemente (uma suposição razoável), a equação da velocidade será do tipo:

$$v = c_3 t^2 + c_4 t + c_5 \quad (c_i = \text{constantes})$$

Região 3: Semelhante à região 1:

$$v = c_6 t + c_7 \quad (c_i = \text{constantes})$$

Região 4: Semelhante à região 2:

$$v = c_8 t^2 + c_9 t + c_{10} \quad (c_i = \text{constantes})$$

Região 5: MRU:

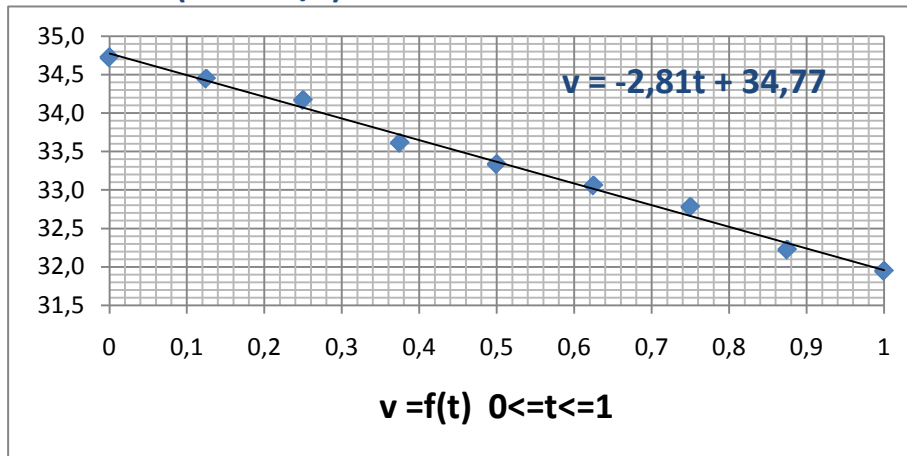
$$v = c_{11} \quad (c_{11} = 50 \text{ km/h})$$

4) Podemos agora obter as linhas de tendência, com as respectivas equações polinomiais, para cada uma dessas 5 regiões.

Exercício 5.9 (v em m/s)

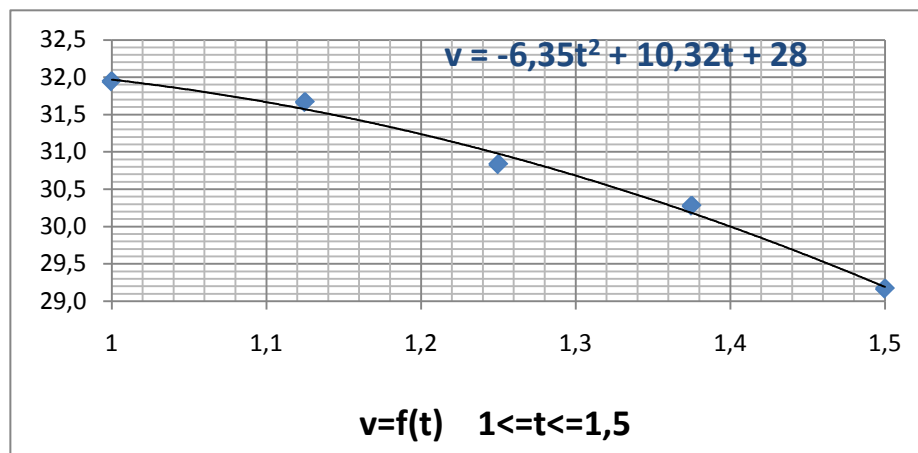
Região 1: $0 \leq t \leq 1$

t	v
0	34,7
0,125	34,4
0,25	34,2
0,375	33,6
0,5	33,3
0,625	33,1
0,75	32,8
0,875	32,2
1	31,9



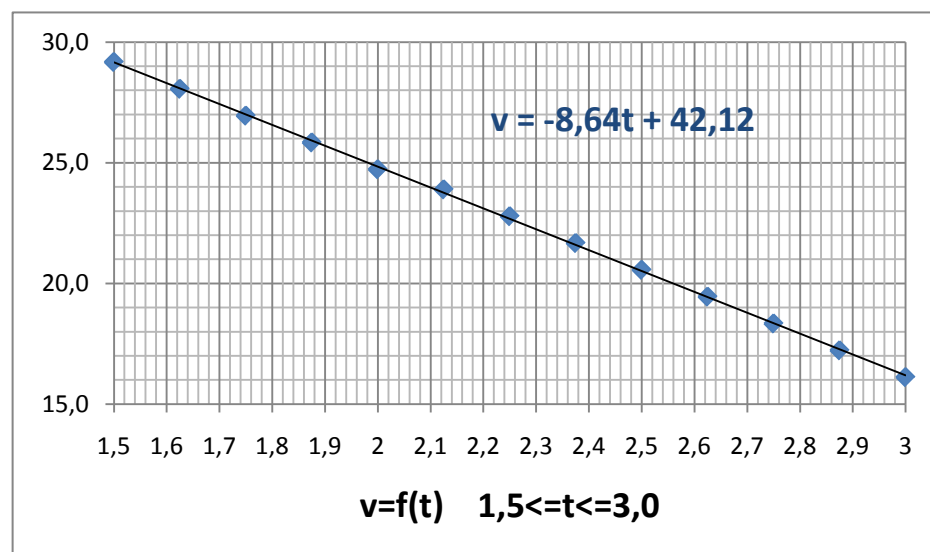
Região 2: $1 \leq t \leq 1,5$

t	v
1	31,9
1,125	31,7
1,25	30,8
1,375	30,3
1,5	29,2



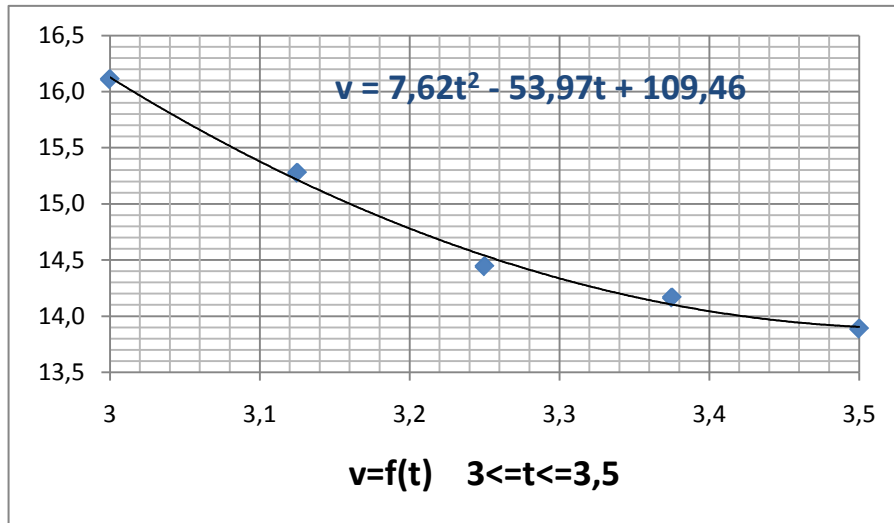
Região 3: $1,5 \leq t \leq 3$

t	v
1,5	29,2
1,625	28,1
1,75	26,9
1,875	25,8
2	24,7
2,125	23,9
2,25	22,8
2,375	21,7
2,5	20,6
2,625	19,4
2,75	18,3
2,875	17,2
3	16,1



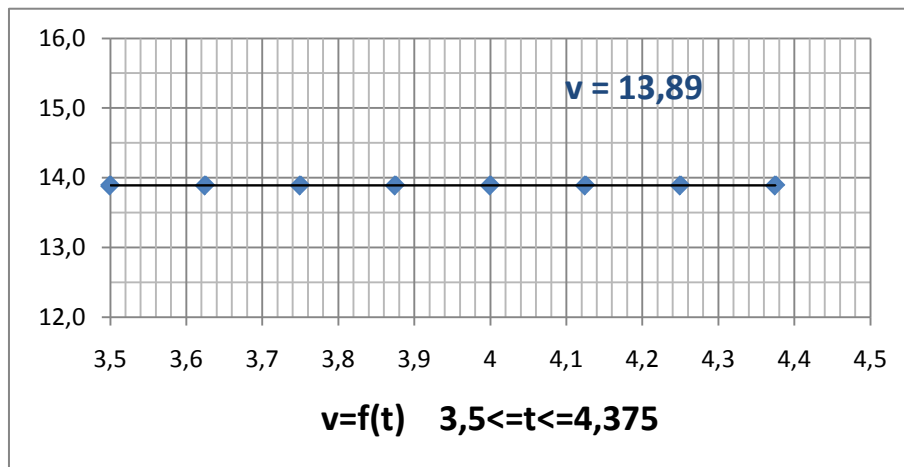
Região 4: $3 \leq t \leq 3,5$

t	v
3	16,1
3,125	15,3
3,25	14,4
3,375	14,2
3,5	13,9



Região 5: $3,5 \leq t \leq 4,5$

t	v
3,5	13,9
3,625	13,9
3,75	13,9
3,875	13,9
4	13,9
4,125	13,9
4,25	13,9
4,375	13,9



Equação da Velocidade:

$$v = \begin{cases} -2,81t + 34,77 & \text{se } 0 \leq t \leq 1,0 \\ -6,35t^2 + 10,32t + 28 & \text{se } 1,0 < t \leq 1,5 \\ -8,64t + 42,12 & \text{se } 1,5 < t \leq 3,0 \\ 7,62t^2 - 53,97t + 109,46 & \text{se } 3,0 < t \leq 3,5 \\ 13,89 & \text{se } 3,5 < t \leq 4,375 \end{cases}$$

Exercício 5.10

Determinação da Equação da Aceleração por derivação de $v=f(t)$:

Para $v = -2,81t + 34,77$: $a = -2,81$

Para $v = -6,35t^2 + 10,32t + 28$: $a = -12,7t + 10,32$

Para $v = -8,64t + 42,12$: $a = -8,64$

Para $v = 7,62t^2 - 53,97t + 109,46$: $a = 15,24t - 53,97$

Para $v = 13,89$: $a = 0$

Equação da Aceleração:

$$a = \begin{cases} -2,8 & \text{se } 0 \leq t \leq 1,0 \\ -12,7t + 10,3 & \text{se } 1,0 < t \leq 1,5 \\ -8,6t & \text{se } 1,5 < t \leq 3,0 \\ 15,2t - 54,0 & \text{se } 3,0 < t \leq 3,5 \end{cases}$$

Determinação da Equação Horária por integração de $v=f(t)$:

$$\text{Para } v = -2,81t + 34,77: \quad s = -1,40t^2 + 34,77t + k_1$$

$$\text{Para } v = -6,35t^2 + 10,32t + 28: \quad s = -2,12t^3 + 5,16t^2 + 28t + k_2$$

$$\text{Para } v = -8,64t + 42,12: \quad s = -4,32t^2 + 42,12t + k_3$$

$$\text{Para } v = 7,62t^2 - 53,97t + 109,46: \quad s = 2,54t^3 - 26,98t^2 + 109,46t + k_4$$

$$\text{Para } v = 13,89: \quad s = 13,89t + k_5$$

Determinação das constantes de integração:

1) Fixando a origem dos espaços no início da experiência, temos $k_1 = 0$

2) As demais constantes são obtidas igualando as expressões nos extremos:

Obtenção de k_2 : $-1,4t^2 + 34,77t = -2,12t^3 + 5,16t^2 + 28t + k_2$ (para $t = 1$)

$$k_2 = 2,33$$

Obtenção de k_3 (para $t = 1,5$):

$$-2,12t^3 + 5,16t^2 + 28t + 2,33 + 4,32t^2 - 42,12t = k_3$$

$$k_3 = -4,67$$

Obtenção de k_4 (para $t = 3,0$):

$$-4,32t^2 + 42,12t - 4,67 - 2,54t^3 + 26,98t^2 - 109,46t = k_4$$

$$k_4 = -71,33$$

Obtenção de k_5 (para $t = 3,5$):

$$2,54t^3 - 26,98t^2 + 109,46t - 71,33 - 13,89t = k_5$$

$$k_5 = 41,56$$

Equação Horária:

$$s = \begin{cases} -1,4t^2 + 34,77t & \text{se } 0 \leq t \leq 1,0 \\ -2,12t^3 + 5,16t^2 + 28t + 2,33 & \text{se } 1,0 < t \leq 1,5 \\ -4,32t^2 + 42,12t - 4,67 & \text{se } 1,5 < t \leq 3,0 \\ 2,54t^3 - 26,98t^2 + 109,46t - 71,33 & \text{se } 3,0 < t \leq 3,5 \end{cases}$$

t em segundos e s em m

	si	sf	Δs	vm
$0 \leq t < 1,0$	0,0	33,4	33,4	120
$1,0 \leq t < 1,5$	33,4	48,8	15,4	111
$1,5 \leq t < 3,0$	48,8	82,8	34,0	82
$3,0 \leq t < 3,5$	82,8	90,2	7,4	53
$3,5 \leq t \leq 4,375$	90,2	102,3	12,2	50
			102,3	

Distância total: 102,3 m

Distância percorrida entre o tempo 0 e 3,5: 90,2 m

Gráficos

t	v
0	34,8
0,125	34,5
0,25	34,1
0,375	33,8
0,5	33,4
0,625	33,1
0,75	32,7
0,875	32,4
1	32,0
1,125	31,6
1,25	31,0
1,375	30,3
1,5	29,2
1,625	28,1
1,75	27,1
1,875	26,0
2	24,9
2,125	23,8
2,25	22,8
2,375	21,7
2,5	20,6
2,625	19,5
2,75	18,5
2,875	17,4
3	15,9
3,125	15,0
3,25	14,3
3,375	13,8
3,5	13,9
3,625	13,9
3,75	13,9
3,875	13,9
4	13,9
4,125	13,9
4,25	13,9
4,375	13,9

Velocidade:

$$-2,8t + 34,8 \quad \text{se } 0 \leq t \leq 1,0$$

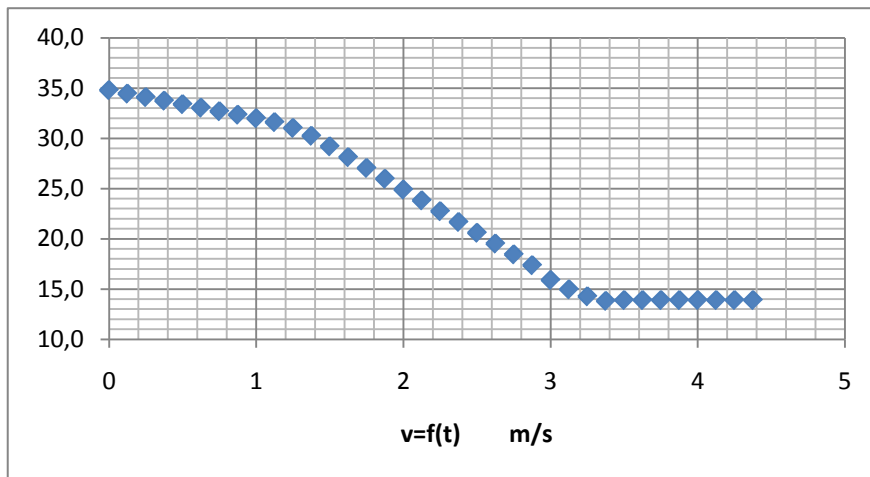
$$-6,3t^2 + 10,3t + 28 \quad \text{se } 1,0 < t \leq 1,5$$

$$-8,6t + 42,1 \quad \text{se } 1,5 < t \leq 3,0$$

$$7,6t^2 - 54,0t + 109,5 \quad \text{se } 3,0 < t \leq 3,5$$

$$13,9 \quad \text{se } 3,5 < t \leq 4,375$$

Gráfico da equação da velocidade:



t	a
0	-2,8
0,125	-2,8
0,25	-2,8
0,375	-2,8
0,5	-2,8
0,625	-2,8
0,75	-2,8
0,875	-2,8
1	-2,8
1,125	-3,988
1,25	-5,575
1,375	-7,163
1,5	-8,6
1,625	-8,6
1,75	-8,6
1,875	-8,6
2	-8,6
2,125	-8,6
2,25	-8,6
2,375	-8,6
2,5	-8,6
2,625	-8,6
2,75	-8,6
2,875	-8,6
3	-8,6
3,125	-6,5
3,25	-4,6
3,375	-2,7
3,5	-0,8
3,625	0
3,75	0
3,875	0
4	0
4,125	0
4,25	0
4,375	0

Aceleração:

-2,8 se $0 \leq t \leq 1,0$

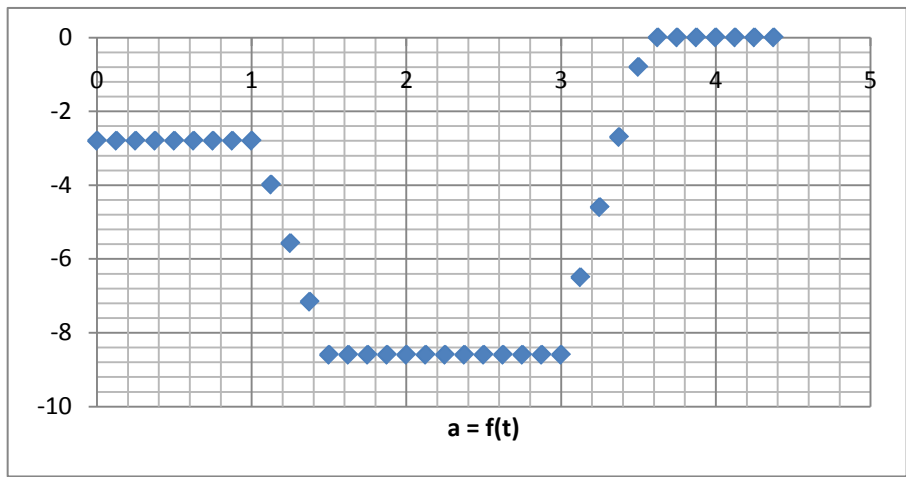
$-12,7t + 10,3$ se $1,0 < t \leq 1,5$

-8,6 se $1,5 < t \leq 3,0$

$15,2t - 54,0$ se $3,0 < t \leq 3,5$

0 se $3,5 < t \leq 4,375$

Gráfico da equação da aceleração:



t	s
0	0
0,125	4,3
0,25	8,6
0,375	12,9
0,5	17,1
0,625	21,2
0,75	25,3
0,875	29,4
1	33,4
1,125	37,4
1,25	41,3
1,375	45,2
1,5	48,9
1,625	52,4
1,75	55,8
1,875	59,1
2	62,3
2,125	65,3
2,25	68,3
2,375	71,0
2,5	73,7
2,625	76,2
2,75	78,6
2,875	80,8
3	82,9
3,125	84,7
3,25	86,6
3,375	88,4
3,5	90,1
3,625	92,0
3,75	93,7
3,875	95,5
4	97,2
4,125	98,9
4,25	100,7
4,375	102,4

Espaço Percorrido

$$-1,4t^2 + 34,8t \quad \text{se } 0 \leq t \leq 1,0$$

$$-2,1t^3 + 5,2t^2 + 28t + 2,3 \quad \text{se } 1,0 < t \leq 1,5$$

$$-4,3t^2 + 42,1t - 4,7 \quad \text{se } 1,5 < t \leq 3,0$$

$$2,54t^3 - 27t^2 + 109,5t - 71,3 \quad \text{se } 3,0 < t \leq 3,5$$

$$13,9t + 41,6 \quad \text{se } 3,5 < t \leq 4,375$$

Gráfico da equação horária:

