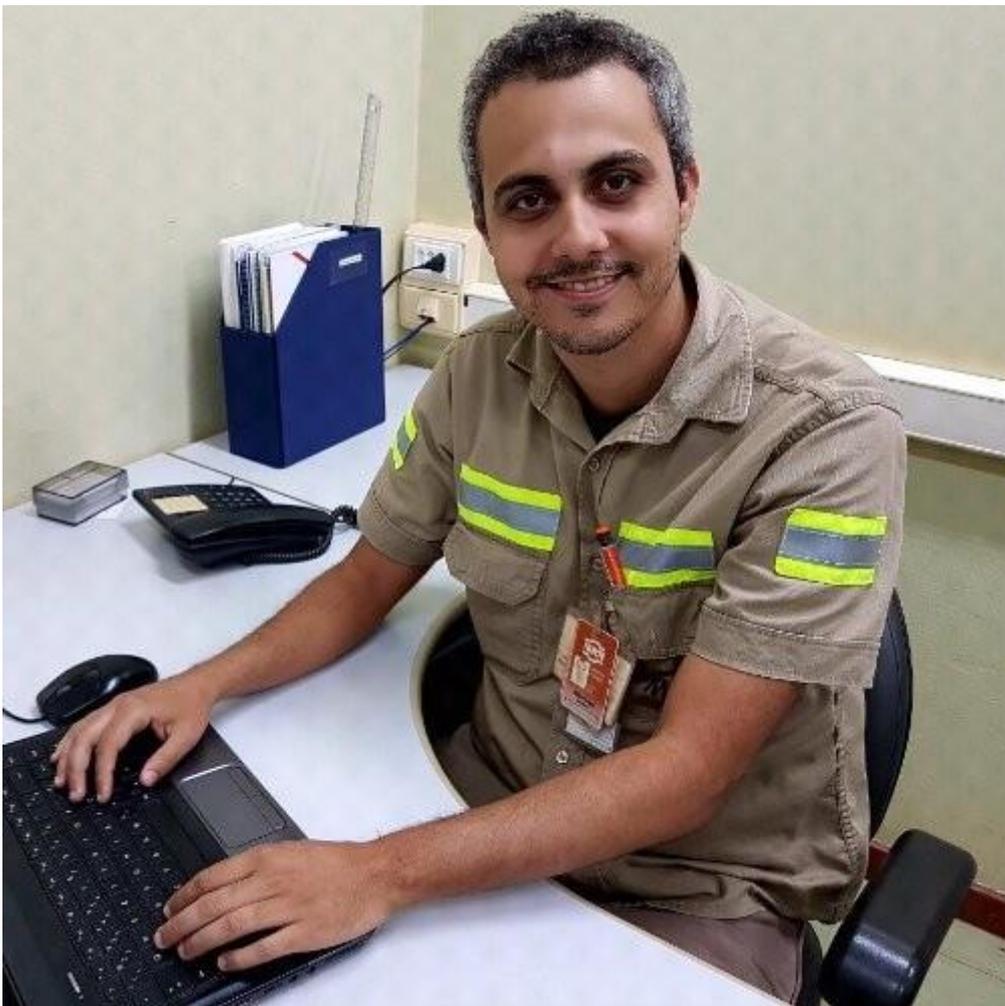


## **Como determinar a curva de confiabilidade x risco de uma correia transportadora**



Post de Willian Castro - Set 11, 2018

Engenheiro de Manutenção na Mineração Rio do Norte

Após definir a estimativa de vida útil da correia transportadora por degradação da cobertura superior demonstrada no primeiro artigo, é possível fazer sua curva de confiabilidade através da distribuição de Weibull.

Entende-se por confiabilidade como a capacidade do sistema de realizar e manter seu funcionamento requerido sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo sem a ocorrência de falhas, ou seja, quando falamos em confiabilidade precisamos atrelar a um período de tempo.

É possível aplicar este método para qualquer equipamento sujeito a desgaste e falhas por um determinado período de tempo, porém este artigo é voltado para análise de uma correia transportadora. Para fazer a análise também pode ser utilizado os softwares Weibull, Minitab, Excel e outros.

### Passo 01

Determinar os tempos de operação até a falha ou limite especificado da cobertura superior por regressão linear para cada ponto medido através de ultrassom na seção transversal da correia. No exemplo abaixo foram medidos 17 pontos. Este método foi demonstrado no artigo nº1.

Controle das Medições																					
Data	Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Desgaste		
		Min	Dias																		
01/10/2012	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0,00
17/02/2017	1.600	8,9	5,8	5,9	6,8	8	7,8	8,3	7,8	7,6	7,6	7,6	7,9	8,2	8,6	8,2	7,1	5,8	5,8	5,8	0,00
31/05/2017	1.703	8,9	5,5	5,7	5,7	5,8	7,2	7,8	7	6,4	5,9	5,8	6,2	5,8	7,2	7,3	5,8	5,5	5,5	0,00	
23/11/2017	1.879	9	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,3	5,7	5,7	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,9	6	5,6	5,3	0,00	
15/03/2018	1.991	8,3	5,6	5,6	5,5	7,3	6,9	6,5	6,3	6	6,2	5	5,9	5,6	6,6	6,6	5,9	5,7	5	0,00	
27/08/2018	2.156	7,7	5,2	5,3	5,2	5,2	5,4	5,3	4,7	5,3	5,1	5,4	5	5,3	6	5,4	5,4	5,2	4,7	0,00	
Regressão Linear		10,1	9,84	9,86	10	10,1	10,2	10,4	10,3	10,1	10,1	10,1	10,2	10,2	10,2	10,3	10	9,83	9,94		
		-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
		0,88	0,98	0,99	0,99	0,86	0,93	0,86	0,93	0,96	0,95	0,95	0,94	0,91	0,89	0,92	0,98	0,98	1		
Limites de espessura		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Tempos para alcançar o limite		7144	2541	2596	2650	3061	3200	3134	2896	2884	2852	2712	2842	2821	3376	3208	2822	2566	2375		

### Passo 02

Colocar os tempos até a falha em ordem crescente dos 17 pontos.

### Passo 03

Calcular os parâmetros equação de Bernard F(t) (aproximação), logaritmo natural LN, intercepto, inclinação, beta e eta.

	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	
1	Parâmetros Distribuição Weibull															
2	Falhas	Equação de Bernard					ln(-ln(F(t)))	ln (t)	Intercepto	Equação de Bernard	=(AV4-AW4)/(AX4+AY4)					
3																
4	2541	1	0,3	25	0,4	0,03	-3,58	7,84	-21,23254							
5	2566	2	0,3	25	0,4	0,07	-2,67	7,85	Inclinação	ln(-ln(F(t)))	=LN(-LN(1-AZ4))					
6	2596	3	0,3	25	0,4	0,11	-2,19	7,86	2,509917							
7	2650	4	0,3	25	0,4	0,15	-1,85	7,88	Beta	ln (t)	=LN(AU4)					
8	2712	5	0,3	25	0,4	0,19	-1,59	7,91	2,509917							
9	2821	6	0,3	25	0,4	0,22	-1,37	7,94	Eta	Intercepto	=INTERCEPÇÃO(BA4:BA20;BB4:BB20)					
10	2822	7	0,3	25	0,4	0,26	-1,18	7,95	4719,516							
11	2842	8	0,3	25	0,4	0,3	-1,02	7,95								
12	2852	9	0,3	25	0,4	0,34	-0,87	7,96								
13	2884	10	0,3	25	0,4	0,38	-0,73	7,97		Inclinação	=INCLINAÇÃO(BA4:BA20;BB4:BB20)					
14	2896	11	0,3	25	0,4	0,42	-0,60	7,97								
15	3061	12	0,3	25	0,4	0,46	-0,48	8,03								
16	3134	13	0,3	25	0,4	0,5	-0,37	8,05		Beta	=BC6					
17	3200	14	0,3	25	0,4	0,54	-0,25	8,07								
18	3208	15	0,3	25	0,4	0,58	-0,15	8,07								
19	3376	16	0,3	25	0,4	0,62	-0,04	8,12		Eta	=EXP((-BC4/BC6))					
20	7144	17	0,3	25	0,4	0,66	0,07	8,87								



**Colocar os tempos até as falhas em ordem crescente conforme passo 02**

#### Passo 04

Calcular a confiabilidade e risco através da distribuição Weibull.

	W	X	Y	Z
1				
2	<b>Data</b>	<b>Tempo</b>	<b>Confi.</b>	<b>Risco</b>
3				
4	01/10/2012	0	100,0%	0,0%
5	17/02/2017	1.600	93,1%	6,9%
6	31/05/2017	1.703	91,9%	8,1%
7	11/09/2017	1.806	90,7%	9,3%
8	23/12/2017	1.909	89,4%	10,6%
9	05/04/2018	2.012	88,0%	12,0%
10	30/12/2018	2.281	83,9%	16,1%
11	25/09/2019	2.550	79,3%	20,7%
12	20/06/2020	2.819	74,2%	25,8%
13	16/03/2021	3.088	68,7%	31,3%
14	10/12/2021	3.357	63,0%	37,0%
15	05/09/2022	3.626	57,0%	43,0%
16	01/06/2023	3.895	51,1%	48,9%
17	25/02/2024	4.164	45,2%	54,8%
18	20/11/2024	4.433	39,4%	60,6%
19	16/08/2025	4.702	34,0%	66,0%
20	12/05/2026	4.971	28,9%	71,1%
21	05/02/2027	5.240	24,2%	75,8%
22	01/11/2027	5.509	20,0%	80,0%

Confiabilidade:  $=SE(X4="" ; "" ; 1-WEIBULL(X4 ; \$BC\$8 ; \$BC\$10 ; VERDADEIRO))$

Risco:  $=SE(Y4="" ; "" ; 1-Y4)$

### Passo 05

Gerar gráfico de confiabilidade x risco. Percebe-se que a partir de 4.164 dias o risco de operação da correia é maior que sua confiabilidade conforme degradação de sua cobertura superior. Confiabilidade de 45,2% e risco de 54,8%. No exemplo, as medições de ultrassom foram feitas até o dia 05/04/18, porém através da curva é possível projetar a confiabilidade e risco do equipamento com base do desgaste apresentado até o momento.

