

Guia de Utilização do MiniTab 17 baseado na Aula do Prof Dr Rogério em 25/10/2019.

Autor: Edgar Massaru Yoshida

- 1- Após abrir o Programa MiniTab 17, selecionar “Criar Projeto Fatorial”. Serve para identificar a criticidade das variáveis independentes e suas combinações, em relação as variáveis dependentes. Auxilia, desta forma, na escolha das variáveis independentes (e suas combinações) para um estudo mais aprofundado, quer seja por uma análise de “superfície de resposta”, ou por análise de “mistura”.

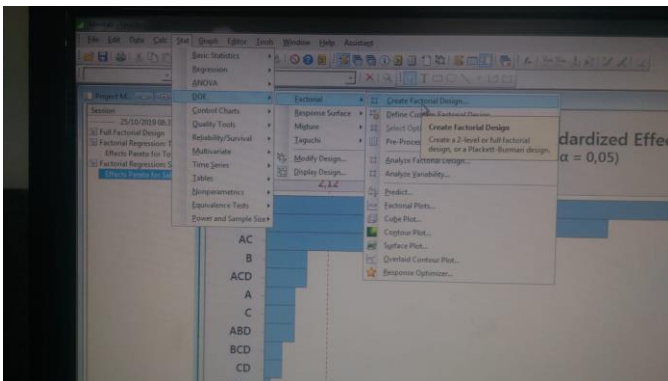


Figura 1 – Path para selecionar “Criar Projeto Fatorial” – Create Factorial Design.

- 2- Abre-se a janela da Figura 2 abaixo. Nela vamos colocar o número de variáveis independentes (“number of factors”), no nosso caso são 4. E na sequencia iremos selecionar o box “Designs”.

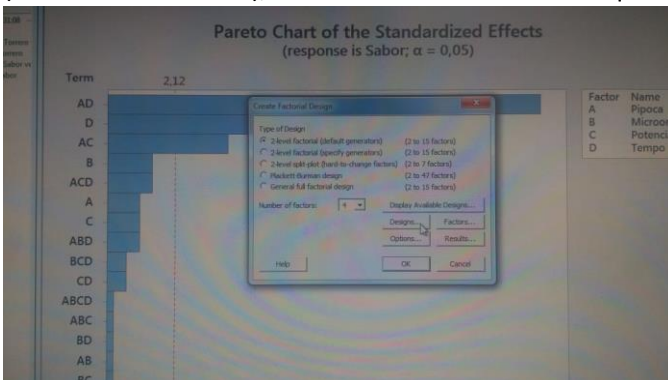


Figura 2 – Janela que surge após selecionar “Criar Projeto Fatorial...”.

- 3- Abre-se a janela da Figura 3 abaixo. Nela vamos colocar como número de replicações, no nosso caso: 2 <e clique “OK”>. Neste caso serão feitos dois ensaios de cada situação. Como informação, segue a diferença entre replicação e repetição: tomando como exemplo as medidas de uma peça, na replicação se molda peças diferentes em cada replicação e se toma as medidas de cada peça, enquanto que na repetição se mede a mesma peça tantas quantas vezes se deseja repetir.

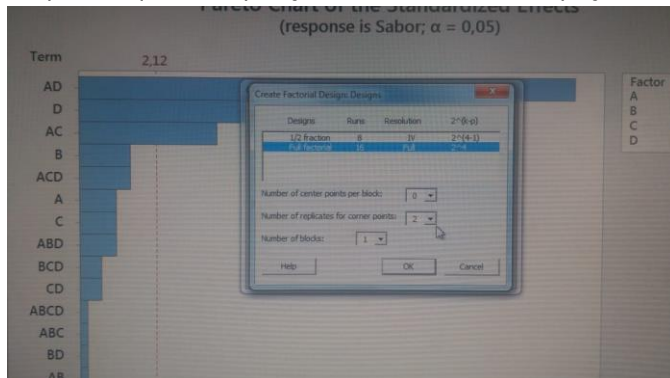


Figura 3 – Janela do Box “Designs”.

- 4- Ao clicar “OK” volta para a janela “Create Factorial Design...”. Clicar agora no Box “Factors”. Vai abrir a Janela do Box “Factors” da Figura 4 abaixo. Nela vamos descrever e qualificar nossas 4 variáveis independentes. No nosso caso: Marca da Pipoca, Marca do Microondas, Potencia, Tempo. Sendo Pipoca e Microondas do tipo “Text” e só assumem dois valores, Marca da Pipoca (P1 ou P2), e Marca do Microondas (M1 ou M2). No caso da Potência e Tempo serão do tipo “Numeric” e poderão variar de um valor mínimo até um máximo, sendo Potência de 70 a 100%, e Tempo de 3 a 5 min. <e clique “OK”>.

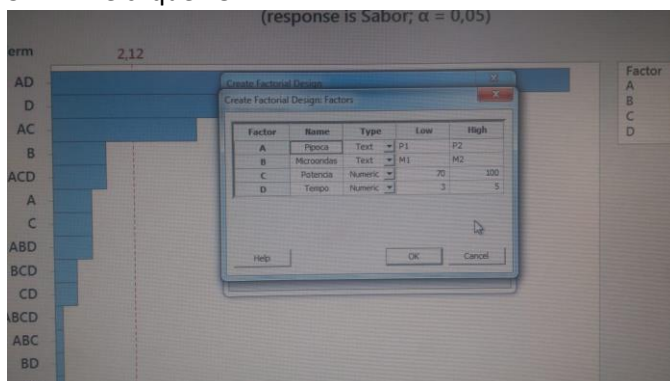


Figura 4 – Janela do Box “Factors”.

- 5- Ao clicar “OK” volta para a janela “Create Factorial Design...”. Clicar agora no Box “Options”. Vai abrir a Janela do Box “Options” da Figura 5 abaixo. No nosso caso vamos desabilitar fazer ensaios ao acaso clicando para desflegar “Randomize runs”. <e clique “OK”>. IMPORTANTE: Estamos fazendo isso apenas para ser didático. No caso real, de uma análise de experimentos reais, ensaios ao acaso tem que estar selecionado, isto é, “Randomize runs” tem que estar flegado.

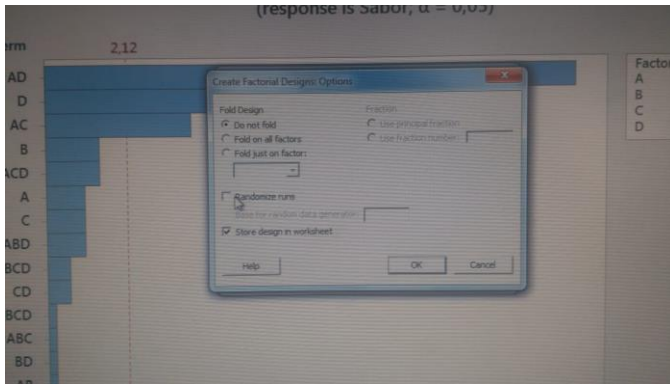


Figura 5 – Janela do Box “Options”.

- 6- Ao clicar “OK” volta para a janela “Create Factorial Design...” da Figura 6 abaixo. Clicar “OK”. E voltará para a Planilha de dados já pré preenchida com a sequência de ensaios e na quantidade de ensaios pré definida, no nosso caso serão 32 ensaios.

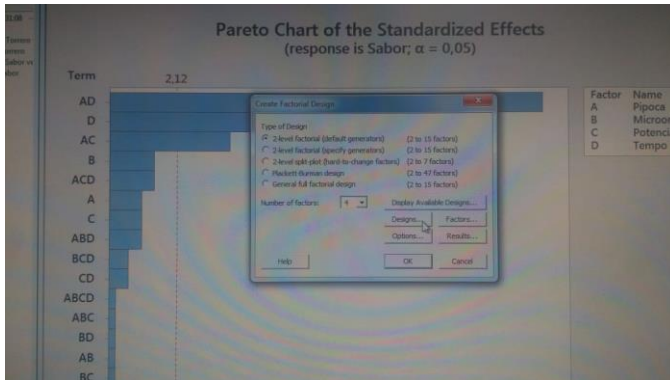


Figura 6 – Janela “Create Factorial Design...”.

- 7- Ao clicar “OK” e voltar a planilha de dados, inserir os resultados dos ensaios nas colunas seguintes já pré preenchidos. No nosso caso foram os resultados relativos a “Sabor” e a “Torrero”. Uma vez lançados os dados na planilha vamos pedir para o programa analisar selecionando o “Analyse Factorial Design...”. Na Figura 7 abaixo, o Path para Analisar o Projeto Fatorial.

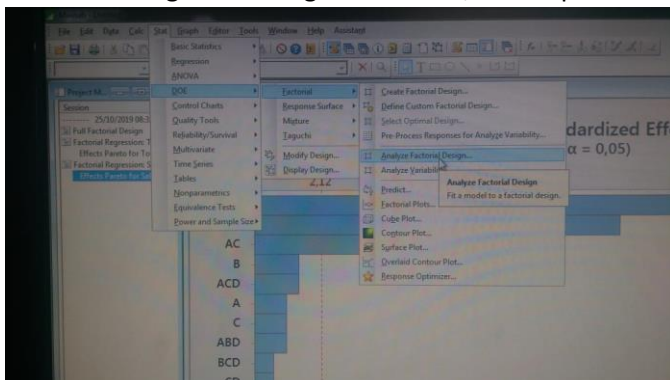


Figura 7 – Path para selecionar Analisar Projeto Fatorial – Analyse Factorial Design.

- 8- O Programa já fez os cálculos e agora vamos visualizar os resultados das análises. Selecionar “Factorial Plots...” conforme Path da Figura 8 abaixo.

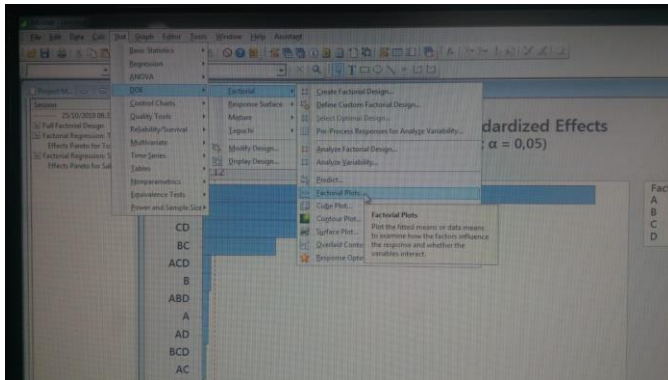


Figura 8 – Path para visualizar resultados em “Factorial Plots...”.

- 9- Para organizar a tela dos resultados vamos clicar no ícone “Show Session Folder” conforme mostra a Figura 9 abaixo.

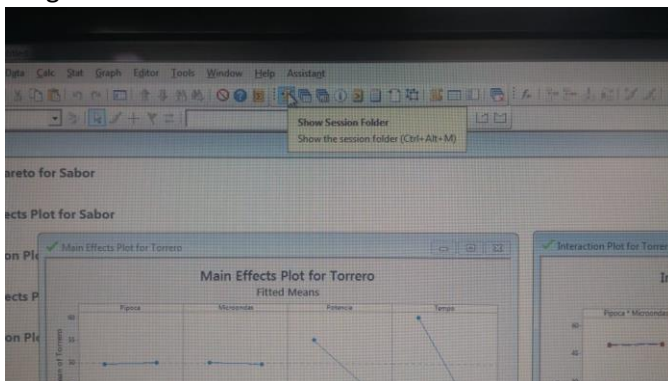


Figura 9 – Ícone do “Show Session Folder”.

- 10- A esquerda da tela surge um box onde se lê “Efeitos Pareto para Torrero” e “Efeitos Pareto para Sabor”. Veja na Figura 10 abaixo.

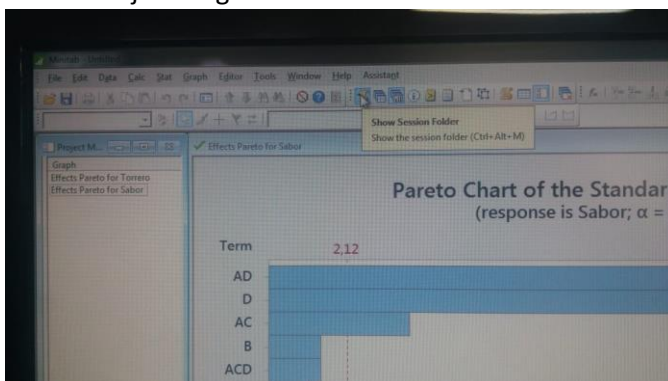


Figura 10 – A esquerda da Tela estão “Effects Pareto for Torrero” e “Effects Pareto for Sabor”.

- 11- Analisando tanto o Pareto para Torrero, como o Pareto para Sabor, nota-se o limite 2,12, calculado pelo programa, e que delimita o que é significativo ao nível de significância de 5%, e o que não é. Veja a Figura 11 abaixo relativo ao Pareto para Sabor. Os mais significantes foram a “Marca da Pipoca com o Tempo” primeiro, depois o “Tempo”, e por último a “Marca da Pipoca com a Potência”.

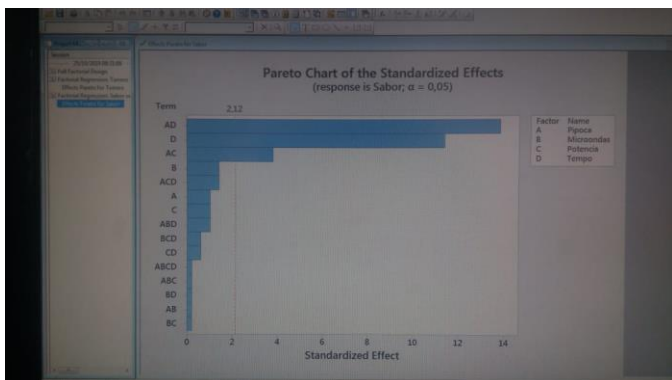


Figura 11 – Análise do Diagrama de Pareto para a variável dependente Sabor.

- 12- Analisando a Figura 12 abaixo relativo ao Pareto para Torrero, chegamos que os mais significantes acima de 2,12, ao nível de significância de 5%, foi o “Tempo” em primeiro, seguido pela “Potência”, depois a “Potência com o Tempo”, e por último a “Marca do Microondas com a Potência”.

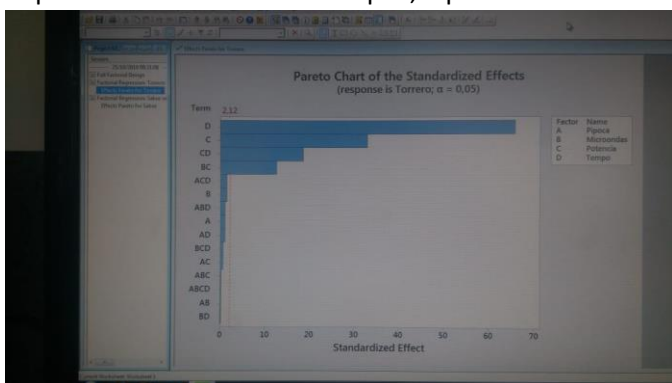


Figura 12 – Análise do Diagrama de Pareto para a variável dependente Torrero.

- 13- As iterações de ordem 2, ordem 3 e ordem 4 podem ser representadas da forma apresentada na Figura 13 abaixo. No caso as interações vão até a ordem 4 por termos 4 variáveis independentes.

$$\begin{aligned}
 Y = & \beta_{00} + \beta_{11} X_1 + \beta_{22} X_2 + \beta_{33} X_3 + \beta_{44} X_4 \text{ (Ef. Principal)} \\
 & + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \dots \text{ (Interações Ordem 2)} \\
 & + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 + \beta_{124} X_1 X_2 X_4 + \dots \text{ (Int. Ord. 3)} \\
 & + \beta_{1234} \text{ (Int. Ordem 4)}
 \end{aligned}$$

Ent
C
Muitos
mas pou
Marc
Mar
Po
Te
Fatore

Figura 13 – Anotação de sala feita pelo Prof Dr Rogério.

14- Com as análises dos Diagramas de Pareto para “Sabor” e “Torrero” temos uma indicação de quais variáveis independentes e quais interações são as mais críticas. Precisamos agora aprofundar as análises para saber quais são de fato as variáveis independentes e suas interações. Para isso vamos analisar as interações para a variável “Sabor” conforme se vê na Figura 14 abaixo. Para “Sabor” deduz-se que a Pipoca da marca P1 e o microondas da marca M2 são os que apresentam mais probabilidade de resultados melhores e significantes.

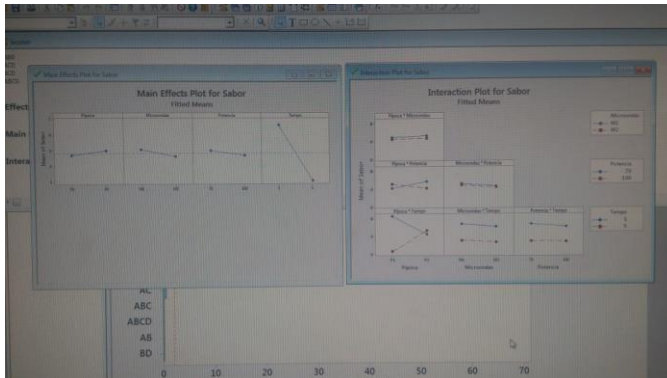


Figura 14 – Principais interações para a variável dependente “Sabor”.

15- Fazendo o mesmo para “Torrero”. Vide Figura 15 abaixo. Para “Torrero” chega-se também a pipoca da marca P1 e micro-ondas da marca M2.

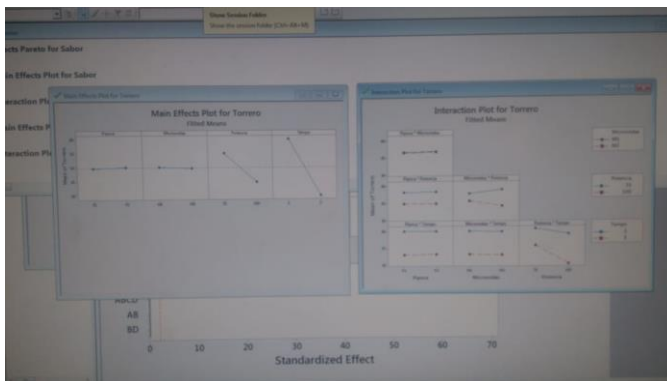


Figura 15 – Principais interações para a variável dependente “Torrero”.

16- Uma vez determinados e escolhidos as variáveis independentes com criticidade mais significativas nos resultados nas variáveis dependentes, passamos a uma análise de superfície para determinarmos com mais profundidade essas relações entre as variáveis independentes e as dependentes. Para isso vamos analisar os contornos e também as superfícies. Abaixo, na Figura 16, o Path para se chegar as análises de contorno.

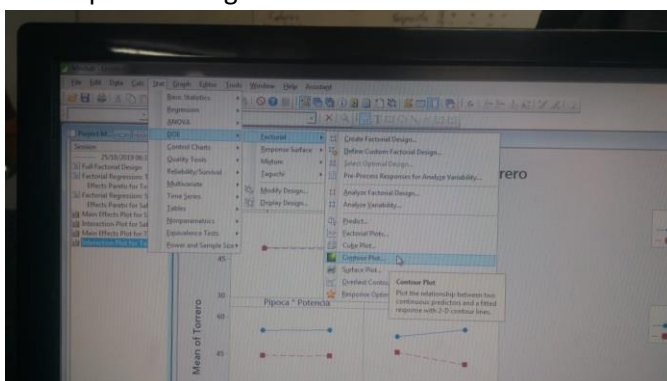


Figura 16 – Path para “Contours Plot...”.

- 17- Abre-se a Janela “Contour Plot”. Nessa janela se escolhe qual variável dependente se pretende analisar e quais as variáveis independentes mas significantes serão escolhidas. Para a situação abaixo escolhemos “Torrero” como dependente, e Potência vs Tempo nos eixos do gráfico. Na sequência clicamos no Box “Settings”.

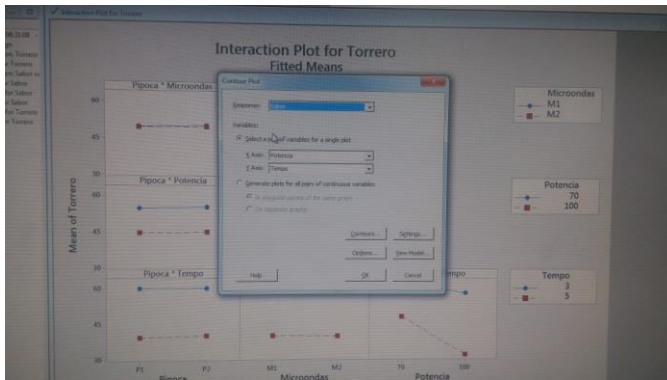


Figura 17 – Janela do “Contour Plot”.

- 18- Dentro do Box “Settings”, como se vê na Figura 18 abaixo, escolhemos os valores que iremos fixar para não variar, no caso “Pipoca” e “Microondas”, pois foram os dois mais significativos para pipoca marca P1 e micro-ondas marca M2, não sendo necessário variá-los. Clica-se “OK”, e volta para a janela “Contour Plot”. Clica “OK” novamente e será gerado o gráfico mostrado na Figura 19 abaixo.

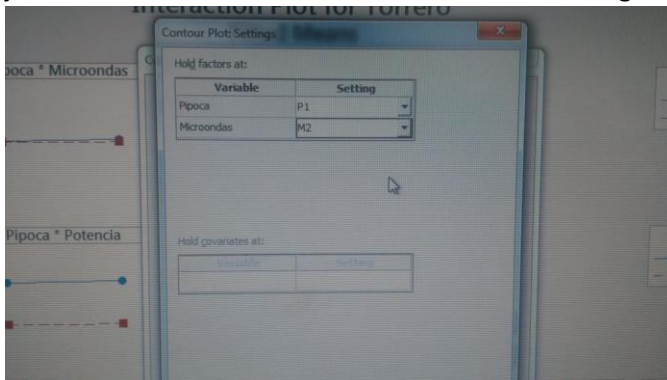


Figura 18 – Janela de “Settings” do “Contour Plot”.

- 19- O resultado para “Torrero”, fixado pipoca como P1 e micro-ondas como M2, e variando tempo e potência por serem as variáveis independentes mais críticas chega-se ao resultado mostrado na Figura 19 abaixo. Quanto mais tempo e mais potência, menos quantidade de “Torrero”.

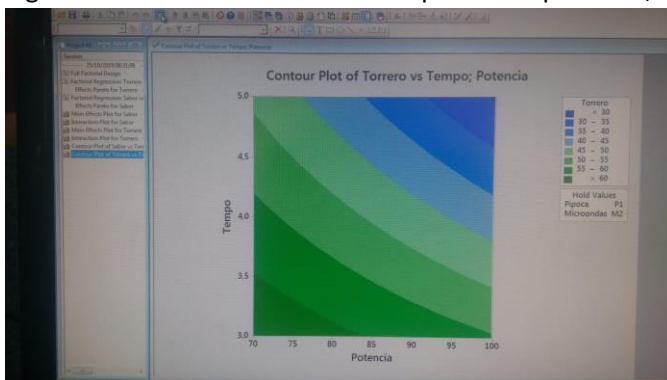


Figura 19 – Gráfico de “Torrero” em relação a Tempo e Potência, fixados Pipoca P1 e Microondas M2.

20- Fazendo de forma análoga os passos descritos nos itens (17) e (18) acima para “Sabor” teremos o Gráfico mostrado na Figura 20 abaixo. Nota-se que aumentando o tempo a nota do “Sabor” diminui muito, mas mantendo-se o tempo, a variação da Potência influencia pouco tendendo a piorar a nota do “Sabor”.

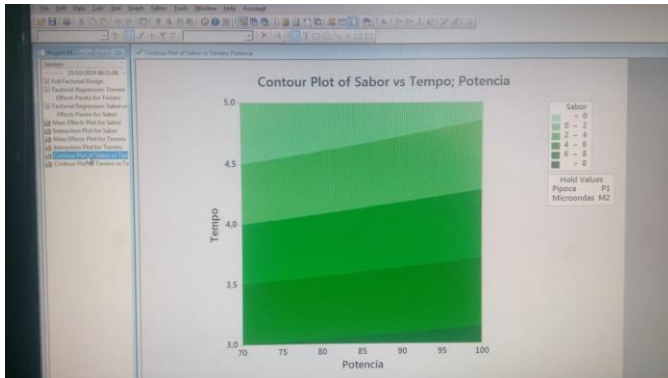


Figura 20 – Gráfico de “Sabor” em relação a Tempo e Potência, fixados Pipoca P1 e Microondas M2.

21- Para aprofundar mais a análise podemos gerar uma superfície para analisar esses mesmos efeitos, mas em 3 dimensões. Segue abaixo, na Figura 21, o Path para a Análise de Superfície – “Surface Plot...”.

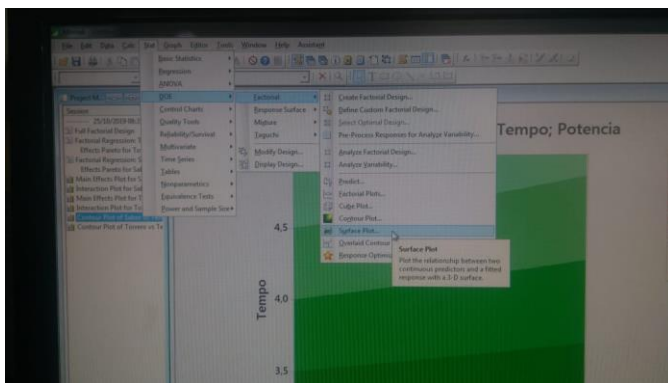


Figura 21 – Path para “Surface Plot...”.

22- Surgem Janelas análogas ao do “Contour Plot”, mas agora para “Surface Plot”. A ideia de parametrizar é a mesma já feita nos itens (17) e (18) acima, ora para “Torrero” e ora para “Sabor”.

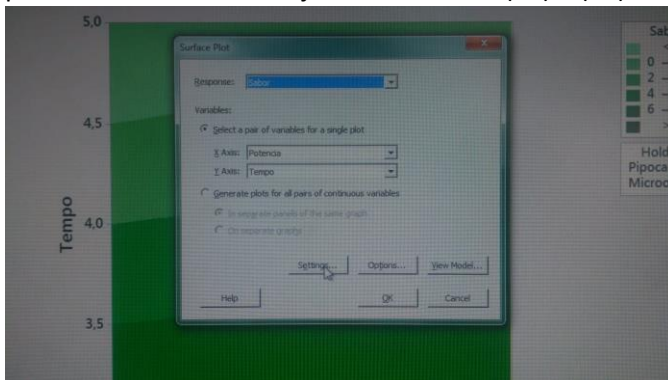


Figura 22 – Janela do “Surface Plot”.

23- Clica no Box “Settings” na janela do “Surface Plot”.

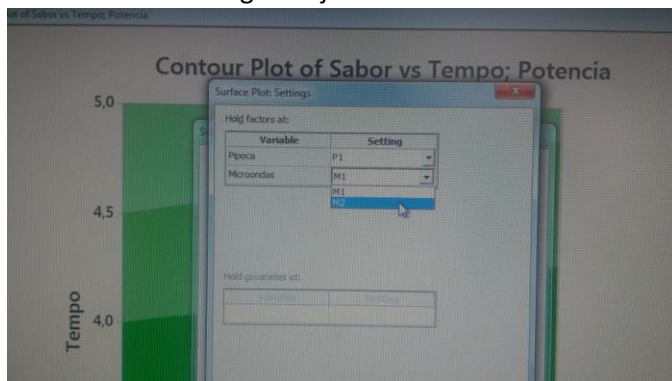


Figura 23 – Janela do Box “Settings” de Surface Plot.

24- Na Figura 24 abaixo vemos a variação tridimensional da variação de “Torrero” em função do Tempo e da Potência. As conclusões são as mesmas do item (19) acima, mas mostrada em forma de uma superfície.

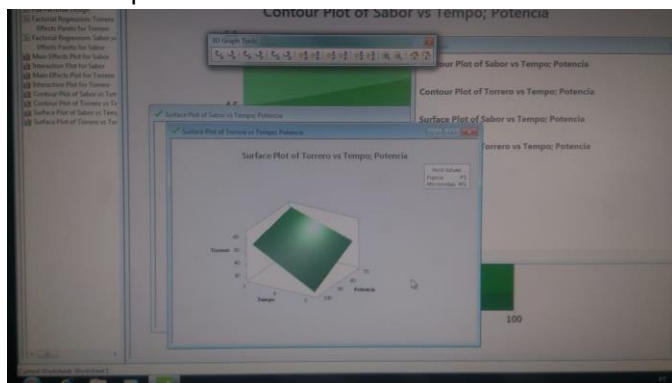


Figura 24 – Gráfico Tridimensional de “Torrero” x “Tempo” x “Potência”.

25- Na figura 25 abaixo vemos para “Sabor” essa variação em forma tridimensional. Analogamente, as conclusões são as mesmas do item (20) acima.

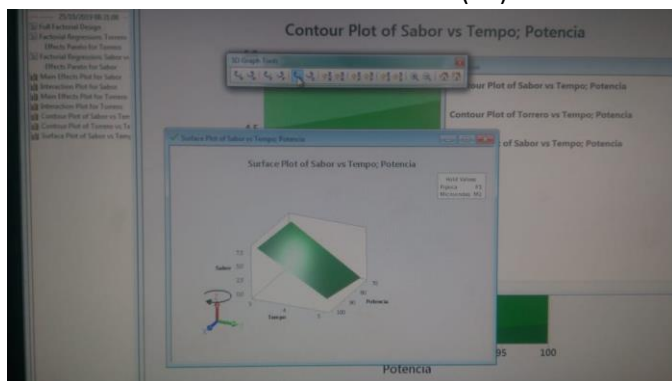


Figura 25 – Gráfico Tridimensional de “Sabor” x “Tempo” x “Potência”.

26- Abaixo informações analíticas das variáveis em relação a “Torrero”.

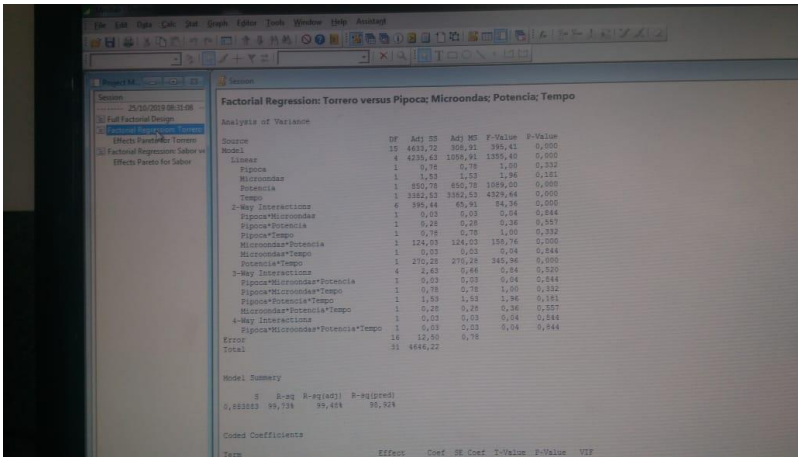


Figura 26 – Informações Analíticas sobre “Torrero”.

27- Abaixo informações analíticas das variáveis em relação a “Sabor”.

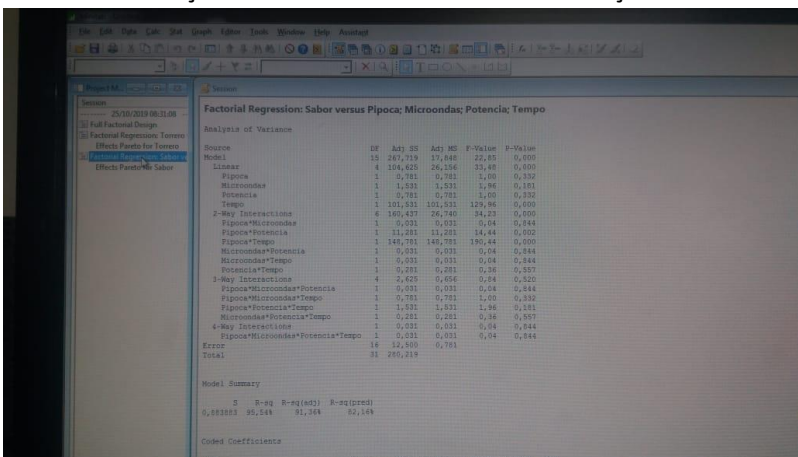


Figura 27 – Informações Analíticas sobre “Sabor”.

28- Dica para otimizar o uso do MiniTab 17. “Edit Last Dialog” faz voltar a Janela que foi utilizada por último para inserir parâmetros. Assim se otimiza tempo para realizar ações repetitivas de análises.

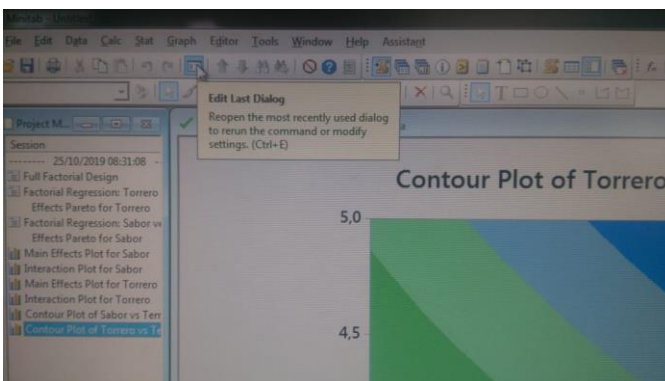


Figura – Ícone do “Edit Last Dialog”.