

CONSUMO DOS PRINCIPAIS INSUMOS NO DESDOBRAMENTO DE GRANITOS DO NORDESTE, DE DIFERENTES GRAU DE DUREZA

Antonio Augusto Pereira de Sousa¹ e Ramon Rodrigues²

¹Professor do Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba – CCT/UEPB e Diretor da FUJI S/A – Mármore e Granitos.

Av. Estados Unidos, 91 – Nações – Campina Grande/PB- CEP 58103-120
Fone: 83 341 3422 / 83 9971 7101, Fax: 83 335 4923, e-mail: fujicomerc@uol.com.br

²Engenheiro de Produção da FUJI S/A – Mármore e Granitos
R. Ascedino Moura, 203 – Catolé – Campina Grande/PB – CEP 58104-240
Fone: 83 337 4690 / 83 9312 8049, Fax: 83 335 4923, e-mail: fujigranitos@uol.com.br

RESUMO

O granito é uma rocha magmática, compacta, formada principalmente por feldspato, quartzo e mica, predominantemente, constituída por minerais de dureza Mohs acima de 6. As indústrias de beneficiamento de granito utilizam escala própria de dureza de 1 a 5 como indicador de parâmetros, cujos números representam limite máximo do consumo de granalha, conforme um fornecedor desse insumo, que é a empresa IKK Granalhas. O presente trabalho mostra um estudo comparativo do consumo de insumos, como granalha de aço, lâmina e energia elétrica, utilizados no processo de serragem de 4 granitos do Nordeste, de diferentes graus de dureza.

O estudo foi realizado na empresa FUJI S/A – Mármore e Granitos, em Campina Grande/PB, no ano de 2001, cuja serraria possui 3 teares JUMBO (italianos), sendo 2 JS 350 e 1 JS 380. Os granitos analisados foram os conhecidos comercialmente por: Branco Floral – Baraúnas/PB, Bordeaux – Santa Luzia/PB, Branco Jabre – Branco Imaculada/PB e Verde Fuji – Messias Targino/RN, na escala de dureza de 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Os insumos adquiridos pela FUJI S/A são de fornecedores que atendem as normas, sendo a granalha da Sinto (São Paulo/SP), a lâmina da Ferreira DiCittadella (Itália) e a energia elétrica da Companhia Energética da Borborema (Campina Grande/PB). Além disso, foi analisado um indicador de desempenho da produtividade, que foi a velocidade de corte do material, denominado de PPT, em m²/h.

Os resultados abaixo são as médias de 5 serradas, obtidas para cada tipo de granito, utilizando-se um volume comercial em torno de 61-68 m³ de blocos, sendo todos da mesma frente da jazida:

Granito - Dureza	Granalha kg / m ² comercial	Lâmina kg / m ² comercial	Energia kWh / m ² comercial
Branco Floral – 2	1,2	0,7	10,5
Bordeaux- 3	2,5	0,8	13,6
Branco Jabre - 4	3,2	1,2	14,2
V. Fuji - 5	4,5	1,5	18,6

Os blocos de Bordeaux foram serrados com espessura de chapa de 30 mm e nos demais granitos prevaleceu a espessura de chapas de 20 mm.

Os percentuais de aumento no consumo de insumos, conforme a dureza dos granitos foram os seguintes:

Relação de dureza	granalha kg/m ²	lâmina kg/m ²	energia kWh/m ²	PPT m ² /h
2 x 3	108%	14%	30%	-33%
3 x 4	28%	50%	4%	-2%
4 x 5	41%	25%	31%	-24%
2 x 4	167%	71%	35%	-35%
2 x 5	275%	114%	77%	-51%
3 x 5	80%	88%	37%	-26%

Conforme os resultados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que os desdobramentos de granito são influenciados pela dureza dos mesmos em função da elevada variação no consumo dos principais insumos e que ainda existe uma correlação direta entre os consumos e a dureza do Granito. A granalha demonstra ser o insumo que sofre maior incremento com o aumento da dureza, exceto do Bordeaux x Branco Jabre, onde o percentual do consumo de lâmina foi maior. O aumento percentual do consumo de lâmina e energia é em torno de 20 a 30%, respectivamente, exceto entre o Bordeaux x Branco Jabre. É importante salientar que os parâmetros analisados são exceções na comparação da Dureza 3 x 4 (Bordeaux X Branco Jabre), provavelmente, devido aos valores absolutos serem próximos, praticamente classificando ambos como dureza 3.

INTRODUÇÃO

O Brasil é geologicamente privilegiado, no que diz respeito à diversidade de rochas ornamentais, possuindo jazidas com as mais variadas cores, texturas e de excelentes desempenhos dos aspectos físicos e mecânicos da rocha, especialmente em granitos, com grande aceitação e aplicação em obra de elevado grau de exigência.

A produção brasileira de rochas ornamentais de 2001 foi superior a 5 milhões de toneladas, tendo exportado 1,1 milhão de toneladas, o que destaca o Brasil como o sexto maior exportador de volumes do mundo, atrás apenas da Itália, China, Índia, Espanha e Portugal. Os estados de Espírito Santo e Minas Gerais representam 68% da produção de rochas ornamentais brasileira e a Região Norte (exclusivamente o Estado de Rondônia) e Nordeste 16%, com destaque para os Estados da Bahia, Ceará e Paraíba, com 9,4%, 3,5% e 1,2% da produção nacional, respectivamente. O granito corresponde a 60% da produção de rochas ornamentais do Brasil, sendo exportado em blocos, produtos semi-acabados e acabados. O parque industrial nacional possui mais de 1.600 teares, com capacidade de desdobramento superior a 40 milhões de m²/ano, sendo o quarto e oitavo exportador de granito bruto e acabado, respectivamente (CHIODI FILHO, 2002).

Nos últimos cinco anos, o Brasil realizou grandes investimentos privados na ampliação e modernização do seu parque industrial para beneficiamento de granitos, através da aquisição de teares, talhas-blocos, mono-fios, máquinas de acabamento (polimento, flameamento, jateamento, apicoado), automação dos equipamentos, enfim, soluções que buscam a melhoria na industrialização das rochas, aumentando a produção e agregando mais qualidade e beleza ao produto natural.

Na exportação de produtos acabados (chapas e ladrilhos), o Brasil apresenta potencial para exportação, através do melhoramento de desempenho dos indicadores de competitividade industrial.

Coutinho et al. destaca (1995, p.19), “o desempenho competitivo de uma empresa, indústria ou nação é condicionado por um vasto conjunto de fatores, que pode ser subdividido naqueles internos à empresa, nos de natureza estrutural, pertinentes aos setores e complexos industriais, e nos de natureza sistêmicas”. Dentre os fatores internos à empresa, é importante nas indústrias de beneficiamento de granitos, o controle de processos de desdobramento da rocha, buscando a melhor produtividade dos teares.

A produtividade dos teares é influenciada por muitas variáveis, sendo as mais relevantes (BEZERRA, 2000):

- ✓ formação geológica;
- ✓ composição mineralógica da rocha;

- ✓ características físico-mecânica (dureza da rocha);
- ✓ nível tecnológico dos equipamentos;
- ✓ composição da mistura abrasiva, constituída por granalha, cal, pó de pedra e água;
- ✓ sistema de alimentação, que faz circular a lama abrasiva sobre os sulcos formados no processo de serragem;
- ✓ nível de automação dos teares – ajustador automático de biela, tensionador hidráulico, dosador automático de cal e granalha, controlador de lama;
- ✓ capacidade volumétrica útil de carga;
- ✓ taxa de ocupação do tear;
- ✓ qualidade dos recursos humanos;
- ✓ os requisitos (qualidade e quantidade) dos insumos (granalhas, lâmina, cal, água e energia).

Com exceção das características geológica e tecnológica do granito, as demais variáveis são passíveis de melhoria, através de investimentos tecnológicos ou por meio de procedimentos e controle do processo produtivo.

Como acompanhamento do controle de processo utiliza-se parâmetro de desempenho, como produção por unidade, custo de produção, horas trabalhadas (produzindo, em manutenção, paradas, ociosidade, etc) e especialmente indicadores de eficiência da produtividade.

O desempenho de produtividade dos teares determina essencialmente o indicador de velocidade de corte (em m²/hora), fornecida pela seguinte equação (SALLES et al., 1996):

$$PPT = \frac{m^2 \text{ serrada}}{\text{Tempo efetivo}}$$

onde,

- ✓ PPT é a velocidade de corte, expresso em m²/hora;
- ✓ m² serrada é a área de granito obtida na serragem, medida em m²;
- ✓ Tempo efetivo é o tempo, medido em horas, que o tear está efetivamente trabalhando, não se considerando os períodos decorrentes de paradas eventuais e obrigatórias.

A PPT é influenciada direta e indiretamente pela variável tempo de corte, capacidade volumétrica do tear, nível de atualização tecnológica e taxa de ocupação do tear e consumo de insumo. O tempo de corte permitiu a apropriação dos custos de uma

serrada, com a energia elétrica, manutenção, depreciação, mão-de-obra e despesas indiretas.

É importante salientar as colocações e conclusões, de fácil percepção, dos seguintes comentários de Bezerra (2000), concernentes à produtividade dos teares:

- quanto maior a velocidade de corte, maior a produtividade;
- quanto maior a taxa de ocupação do tear, maior a produtividade;
- quanto maior a dureza do granito, menor a produtividade

O presente trabalho buscou enfatizar a análise comparativa de duas variáveis que influenciam no desempenho da produtividade, que são os requisitos dos insumos e a dureza da rocha, através da comparação do consumo dos principais insumos (granalha, lâmina de aço e energia elétrica) no desdobramento de Granitos do Nordeste, de diferentes graus de dureza. Objetivando enriquecer os resultados da produtividade da indústria analisada, temos os valores médios da velocidade de corte de cada tipo de granito estudado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na empresa FUJI S/A – Mármore e Granitos, em Campina Grande/PB, cuja serraria possui 3 teares GASPARI MENOTTI, dois JS 350 e 1 JS 380 (italianos), com 3,50 m de largura, sistema de alimentação automatizado e elevado nível de automação, tendo capacidade instalada de aproximadamente 10.000 m²/mês.

As serradas analisadas foram realizadas no ano de 2001. Não houve mudança dos colaboradores do setor de serraria, como engenheiro de produção, encarregado, operadores e auxiliares, durante as serradas analisadas.

Requisitos dos Insumos

Os insumos utilizados nos desdobramentos são de fornecedores que atendem as normas nacionais e/ou internacionais, com sistemas de gestão da qualidade (Normas da Série NBR-ISO 9000), o que confere confiabilidade e credibilidade para aquisição desses insumos. Os principais insumos analisados foram a granalha de aço GR-04 da Sinto (São Paulo/SP), a Lâmina de aço, altura de 120 mm e espessura de 4,2 mm da Ferriera Di Cittadella (Itália) e a energia elétrica da Companhia Energética da Borborema- CELB (Campina Grande/PB).

Dureza do Granito

No caso dessa pesquisa foi adotada pela FUJI S/A a escala de dureza recomendada pela empresa IKK, fabricante de granalha de aço, que

sugere uma escala em função do consumo de granalha, com a seguinte descrição:

- dureza 1 – consumo entre 0 e 1 kg/m²
- dureza 2 – consumo entre 1 e 2 kg/m²
- dureza 3 – consumo entre 2 e 3 kg/m²
- dureza 4 – consumo entre 3 e 4 kg/m²
- dureza 5 – consumo maior que 4 kg/m²

Para ensaios de dureza em laboratório em laboratório normalmente utiliza-se a dureza Knoop, como teste rotineiro para avaliação de rochas. A dureza Knoop, assim como a dureza Vickers é um teste de dureza de micro impressão, em que essa é determinada como a área produzida por uma ponta de diamante, dividida pela carga utilizada para produzir a impressão na superfície avaliada. Dessa forma, quanto maior a impressão produzida, menor a dureza.

Os granitos analisados foram o Floral, localizado no Município de Baraúnas/PB, Bordeaux no Município de Santa Luzia/PB, Jabre no Município de Imaculada/PB e Verde Fuji no Município de Messias Targino/RN, na escala de dureza de 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Capacidade Volumétrica útil de carga e taxa de ocupação do tear

A capacidade volumétrica dos teares e a taxa de ocupação da FUJI S/A – Mármore e Granitos é o dado pelas equações abaixo:

Capacidade do tear = Largura x altura x comprimento
Volume = = 3,5 x 3,1 x 2,0 = 21,70 m³.

Portanto, a capacidade volumétrica da serraria da FUJI S/A calculada para a determinação da taxa de ocupação nesse trabalho é de:

Volume total = N.º serradas (5) x 21,7 m³ = 108,50 m³

A taxa de ocupação indica o percentual do volume do tear, nesse estudo calculado acima (108,50 m³), que está sendo ocupado com o volume líquido de blocos de granito.

Procedimento Metodológico para Levantamento dos Dados

Os dados apresentados nesse trabalho foram obtidos nos registros de produção dos documentos operacionais interno do Sistema de Gestão da Qualidade da FUJI S/A, referente ao setor de tear, conforme procedimento de operação, controle e registro de serrada- RQ-9.1 e RQ-9.2, onde registram os seguintes dados e parâmetros de controles do processo:

- RQ-9.1 - dados dos blocos, como tipo de granito, medidas dos blocos, fornecedores dos insumos, data e hora de início e término da serrada e horas trabalhadas efetivas e horas de paradas e/ou manutenção.

- RQ – 9.2 – análise na lama abrasiva, que são as inspeções da viscosidade, que serve de parâmetro de controle da qualidade da lama abrasivas, quantidade de granalha, em g/l e peso específico, em g/l. No painel eletrônico do tear (PLC) são fornecidas as informações da cala (velocidade instantânea de corte, em mm/h), amperagem do volante e da bomba, posição da Lâmina dentro do bloco (mm), produção (m²/h), tensão da lâmina e consumo de granalha (kg/m²).

Esses dados são registrados pelos operadores e supervisionados pelo encarregado. A disposição e ações imediatas durante o processo são da responsabilidade dos operadores, que estão devidamente treinados para tomada de decisão. A análise dos resultados é feita pelo engenheiro de produção.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados dos parâmetros estudados nesse trabalho para o granito Branco Floral, que é considerado de dureza 2, na escala da empresa IKK granalhas.

TABELA 1 – Resultado dos volumes e áreas comerciais do granito Branco Floral (F) serradas, com o tempo efetivo de corte e a velocidade de corte (PPT).

Granito	m ³	m ²	Tempo efetivo corte (h)	PPT (m ² /h)
F1	12,0	395,7	64,6	6,1
F2	12,0	397,0	64,0	6,2
F3	13,9	458,7	63,7	7,2
F4	13,3	439,9	71,1	6,2
F5	10,4	343,5	61,4	5,6
SOMA	61,7	2034,8	324,8	31,3
MÉDIA			65,0	6,3
DESV. PADRÃO			3,7	0,6

Observando-se os resultados obtidos na Tabela 1 verifica-se nas cinco serradas do granito Branco Floral, um volume de aproximadamente 62 m³ e 2.035 m², correspondendo uma taxa de 33 m²/m³, o que representam uma predominância de chapas com 20 mm de espessura. O indicador de desempenho da produtividade analisado nesse trabalho, que é a velocidade de corte (PPT), é diretamente proporcional a área e inversamente ao tempo efetivo de corte. Portanto, a PPT depende da espessura de chapas, pois a área é função da quantidade de chapas serradas, sendo essa dependente da espessura, pois se nos blocos forem serradas chapas de 15 mm, obtém-se mais chapas do que se fosse de 30 mm de espessura. O tempo efetivo de corte médio foi de 65 h, com valor mínimo e máximo de 61,4 h e 71,1 h, respectivamente. O desvio padrão da PPT é baixo, de 0,6, tendo como valor médio de 6,3 m²/h.

TABELA 2 – Resultados do consumo dos principais insumos no desdobramento do granito Branco Floral (F), classificados com grau de dureza 2 (Referência IKK).

Granito	Granalha kg/m ²	lâmina kg/m ²	energia kWh/m ²
F1	1,0	0,7	10,6
F2	0,9	0,7	10,0
F3	1,6	0,7	8,4
F4	0,9	0,8	9,6
F5	1,6	0,8	13,8
SOMA	5,9	3,6	52,5
MÉDIA	1,2	0,7	10,5
DESV. PADRÃO	0,4	0,1	2,0

A Tabela 2 mostra o consumo de insumos do granito Branco Floral, o que possibilita verificar o bom controle no processamento desse granito, conforme os valores baixos do desvio padrão nas medições de granalha e lâmina, 0,4 e 0,1, respectivamente. O valor médio de granalha, 1,2 kg/m², indica um granito macio, inclusive com valor mínimo de 0,9, o que poderia indicar uma dureza 1 e o valor máximo de 1,6, dentro do limite da dureza 2. O consumo de lâmina foi praticamente o mesmo nas cinco serradas, de 0,7 kg/m². A energia elétrica apresentou um consumo médio de 10,5 kWh/m², com valores mínimo e máximo de 8,4 e 13,8 kWh/m².

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados do granito Bordeaux, de dureza 3 (referência IKK granalhas).

Tabela 3 – Resultado dos volumes e áreas comerciais do granito Bordeaux (B) serradas, com o tempo efetivo de corte e a velocidade de corte (PPT).

Granito	m ³	m ²	Tempo efetivo corte (h)	PPT (m ² /h)
B1	13,9	330,0	82,3	4,0
B2	14,1	382,7	79,5	4,8
B3	10,5	311,3	81,3	3,8
B4	11,2	298,1	87,0	3,4
B5	13,1	392,0	81,4	4,8
SOMA	62,8	1714,2	411,4	20,9
MÉDIA			82,3	4,2
DESV. PADRÃO			2,8	0,6

Observando os resultados contidos na tabela 3 temos um volume de blocos do granito Bordeaux em torno de 63 m³, produzindo 1714 m², o que fornece uma taxa de aproximadamente 27 m²/m³, o que indica uma produção de chapas de 30 mm, conseqüentemente diminuindo o valor da velocidade de corte (PPT), devido à menor produção de área por m³, comparando-se com chapas de 20 ou 15 mm, conforme comentado anteriormente. Os

valores médios do tempo efetivo de corte e da PPT foram de 82,3 h e 4,2 m²/h, respectivamente.

TABELA 4 – Resultados do consumo dos principais Insumos no desdobramento do granito Bordeaux (B), classificados com grau de dureza 3 (Referência IKK).

Granito	Granalha kg/m ²	Lâmina kg/m ²	energia kWh/m ²
B1	2,8	0,9	15,0
B2	2,7	0,8	10,9
B3	2,3	0,8	15,1
B4	2,4	0,8	14,7
B5	2,6	0,8	12,5
SOMA	12,7	4,2	68,2
MÉDIA	2,5	0,8	13,6
DESV. PADRÃO	0,2	0,1	1,9

Na Tabela 4 verifica-se que os dados de consumo da granalha e lâmina apresentaram baixo desvio padrão, o que indica controle de processo eficaz no desdobramento do granito Bordeaux. O valor médio de granalha foi de 2,5 kg/m², caracterizando-se dentro da dureza 3, com mínimo de 2,3 e máximo 2,8 kg/m². O consumo de lâmina foi praticamente o mesmo, em torno de 0,8 kg/m². A energia elétrica apresentou um consumo médio de 13,6 kWh/m², com valores mínimo e máximo de 10,9 e 15,1 kWh/m².

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados dos parâmetros estudados nessa pesquisa para o granito Branco Jabre, que é considerado de dureza 4, na escala da empresa IKK granalhas.

TABELA 5 – Resultado dos volumes e áreas comerciais do granito Branco Jabre (J) serradas, com o tempo efetivo de corte e a velocidade de corte (PPT).

Granito	m ³	m ²	Tempo efetivo corte (h)	PPT (m ² /h)
J1	12,4	357,6	105,6	3,4
J2	12,7	424,4	107,4	4,0
J3	13,6	456,1	103,9	4,4
J4	14,1	461,1	111,0	4,2
J5	14,7	472,3	106,0	4,5
SOMA	67,5	2171,4	533,9	20,3
MÉDIA			106,8	4,1
DESV. PADRÃO			2,7	0,4

Verificando os resultados apresentados na tabela 5 temos que foi serrado 67,5 m³ de blocos de jabre, obtendo-se 2171,4 m², com uma relação de 32,2 m²/m³, caracterizando a prevalência da produção de chapas de 20 mm. O tempo de corte

efetivo é próximo a 4 dias e meio, em média 106,8 h. A PPT foi próxima ao granito Bordeaux, mesmo tendo uma dureza maior. Isso ocorreu, provavelmente, devido à ocupação dos teares nas serradas do Branco Jabre, terem sido maior (volume total de jabre de 4,7 m³ superior ao Bordeaux). A taxa de ocupação do tear influir diretamente na PPT, pois quanto maior essa, maior será a área de desdobramento. Além disso, a relação m²/m³ do jabre foi superior ao do Bordeaux, em função das chapas do primeiro serem de 20 mm, contra as de 30 mm para o Bordeaux. Esses dois fatores, a taxa de ocupação dos teares e a espessura da chapa, fizeram com que o indicador de desempenho da produtividade usado nesse trabalho, a PPT, fosse praticamente o mesmo para os granitos Jabre (dureza 4) e Bordeaux (dureza 3), em torno de 4 m²/h.

TABELA 6 – Resultados do consumo dos principais Insumos no desdobramento do granito Branco Jabre (J), classificados com grau de dureza 4 (Referência IKK).

Granito	Granalha Kg/m ²	Lâmina kg/m ²	energia kWh/m ²
J1	2,9	1,1	17,8
J2	3,2	1,2	17,0
J3	3,1	1,2	13,5
J4	3,5	1,1	12,1
J5	3,6	1,2	10,6
SOMA	16,2	5,8	71,0
MÉDIA	3,2	1,2	14,2
DESV. PADRÃO	0,3	0,1	3,1

A Tabela 6 apresenta o consumo dos principais insumos analisados para o granito Jabre, de dureza 4. A granalha apresentou valores próximos ao limite dos granitos considerados de dureza 3, com valor mínimo de 2,9 e máximo de 3,6 kg/m², tendo como média 3,2 kg/m². O consumo de lâmina continuou apresentando valores com quase nenhuma variação, sendo o desvio padrão de 0,1 e valor médio de 1,2 kg/m². Nesse granito, a energia elétrica mostra a maior discrepância nos seus valores, com valor médio de 14,2 kWh/m² e desvio padrão de 3,1, tendo 10,6 e 17,8 kWh/m², como valor mínimo e máximo, respectivamente.

As Tabelas 7 e 8 mostram os resultados dos parâmetros de controle do processo para o granito Verde Fuji, que é considerado nesse estudo como o que possui maior dureza.

TABELA 7 – Resultado dos volumes e áreas comerciais do granito Verde Fuji (V) serradas, com o tempo efetivo de corte e a velocidade de corte (PPT).

Granito	m ³	m ²	Tempo efetivo corte (h)	PPT (m ² /h)
V1	12,1	378,8	121,1	3,1
V2	13,0	429,6	129,1	3,3
V3	12,5	427,6	135,4	3,2
V4	11,7	311,4	125,0	2,5
V5	11,7	396,5	123,0	3,2
SOMA	61,0	1943,8	633,7	15,3
MÉDIA			126,7	3,1
DESV. PADRÃO			5,7	0,3

Observando os resultados contidos na Tabela 7 verifica-se a predominância das chapas de 20 mm serradas para o granito Verde Fuji, pois se evidencia uma relação em torno de 32 m²/m³, tendo sido serrado 61 m³, produzindo mais de 1943 m². A velocidade de corte (PPT) desse material é extremamente baixa, valor médio de 3,1 m²/h, provocada principalmente pela dureza do material, pela baixa taxa de ocupação do tear e por apresentar uma das cinco serradas (V4) de chapas de 30 mm, corroborando para diminuição da produtividade das serradas analisadas para o Verde Fuji. O tempo efetivo de corte médio das serradas foi de 126,7 horas.

TABELA 8 – Resultados do consumo dos principais Insumos no desdobramento do granito Verde Fuji (V), classificados com grau de dureza 5 (Referência IKK).

Granito	granalha kg/m ²	lâmina kg/m ²	energia kWh/m ²
V1	4,6	1,4	19,2
V2	4,2	1,2	18,0
V3	4,2	1,5	19,0
V4	4,7	1,9	17,5
V5	4,9	1,7	19,4
SOMA	22,5	7,6	93,2
MÉDIA	4,5	1,5	18,6
DESV. PADRÃO	0,3	0,3	0,8

A Tabela 8 mostra a paridade do consumo dos principais insumos no desdobramento de granito duro, onde os desvios padrões dos valores são baixos, de 0,3; 0,3 e 0,8 para granalha, lâmina e energia elétrica, respectivamente. A granalha apresentou o valor médio de 4,5 kg/m², caracterizando esse granito como sendo o mais duro dentro de escala de dureza de referência adotada nesse trabalho (IKK granalha). O consumo médio de lâmina foi de 1,5 kg/m². A energia elétrica mostra que o valor mínimo de 17,5 kWh/m² é próximo ao valor máximo obtido no granito de dureza 4 (Branco

Jabre), que foi de 17,8 kWh/m², tendo ainda, o Verde Fuji apresentado valor médio de 18,6 kWh/m² e máximo de 19,4 kWh/m².

As Tabelas 9 e 10 apresentam os dados comparativos de consumos dos principais insumos utilizados no desdobramento de granitos, bem como, o indicador de desempenho da produtividade, analisado nesse trabalho, que foi a velocidade de corte (PPT), relacionando-os com diferentes granitos do Nordeste, quanto à dureza desses.

Tabela 9 – Comparação dos consumos de insumos e da velocidade de corte dos granitos de diferente grau de dureza.

Granito - Dureza	Granalha kg/m ²	lâmina kg/m ²	Energia Kwh/m ²	PPT m ² /h
Branco Floral - 2	1,2	0,7	10,5	6,3
Bordeaux -3	2,5	0,8	13,6	4,2
Branco Jabre - 4	3,2	1,2	14,2	4,1
Verde Fuji - 5	4,5	1,5	18,6	3,1

A Tabela 9 apresentam os valores médios do consumo de granalha, lâmina e energia elétrica e do indicador de desempenho da produtividade, que foi a PPT.

TABELA 10 – Resultados percentuais da variação dos consumos de insumos e da velocidade de corte dos granitos de diferente grau de dureza.

Relação de dureza	granalha kg/m ²	lâmina kg/m ²	Energia KWh/m ²	PPT m ² /h
2 x 3	108%	14%	30%	-33%
3 x 4	28%	50%	4%	-2%
4 x 5	41%	25%	31%	-24%
2 x 4	167%	71%	35%	-35%
2 x 5	275%	114%	77%	-51%
3 x 5	80%	88%	37%	-26%

Legenda: 2 – Floral,
3 – Bordeaux,
4 – Jabre,
5 – Verde Fuji.

A Tabela 10 mostra os percentuais de aumento do consumo de insumos em relação à dureza do granito, bem como o comportamento do indicador de produtividade (PPT) nos quatro tipos de material serrado. Observando o percentual de incremento dos insumos, verifica-se que a granalha é a que mais aumenta, com a mudança de dureza, exceto na relação entre o Bordeaux e Branco Jabre (3 x 4), onde o maior incremento é da lâmina (50%), contra 28% da granalha.

É importante observar que provavelmente existe uma relação indireta entre o consumo de

granalha e lâmina, ou seja, quanto maior o consumo de granalha, menor o consumo de lâmina, sendo o inverso também verdadeiro. Essa afirmação pode ser demonstrada pelo comportamento dos percentuais entre o granito de dureza 2 x 3 – 108% e 14% e 3 x 4 – 28% e 50%, de granalha x lâmina, respectivamente. Por outro lado, verifica-se uma aproximação no aumento percentual na serradas do granito de dureza 4 x 5, demonstrando um equilíbrio no percentual de aumento da granalha x lâmina, 41% e 25%, respectivamente. A energia elétrica apresenta um aumento percentual em torno de 30%, no aumento gradual da dureza do granito, exceto do 3 x 4 (Bordeaux x Branco Jabre), que foi de apenas 4%.

Comparando-se os resultados da PPT podemos analisar o desempenho do indicador de produtividade com perdas significativas, devido o aumento da dureza do material, com percentuais de 24% para granito de dureza 2 x 3, e com mais de 50% do granito 2 x 5. A perda de 2% percentual, que é quase desprezível, entre o granito de dureza 3 x 4, provavelmente ocorreu devido os valores absolutos do consumo dos insumos serem próximos, especialmente o de granalha, praticamente classificando-os como de dureza 3 (ver tabela 9). Além disso, o Bordeaux (dureza 3), teria maior velocidade de corte, caso as serradas analisadas tivessem sido de chapas de 20 mm, conseqüentemente, aumentando a área comercial e também a PPT.

DISCUSSÃO

Observando os resultados das cinco serradas para cada tipo de granito, podemos concluir que o gerenciamento do processo produtivo possibilita o controle de consumo de granalha, lâmina e energia com certa eficiência. A seguir faremos comentários a respeito das variáveis que influenciam no desempenho da produtividade das serradas:

Observando as Tabelas 2, 4, 6 e 8, do granito Branco Floral, Bordeaux, Branco Jabre e Verde Fuji, respectivamente, temos que o consumo de granalha e lâmina para cada tipo de granito sofrem pouca variação, com desvio padrão em torno de 0,3 e 0,1, respectivamente. A energia elétrica mostrou ser o insumo de maior dificuldade no controle durante o processo produtivo, com discrepância consideráveis, apresentando desvio padrão entre 0,8 e 3,1. A qualidade e quantidade dos insumos supracitados são adequadas e apresentam inspeções e controle satisfatório para análise de produtividade.

Nas várias serrarias com teares existem percepções distintas do grau de dureza da rocha, o que corrobora para esconder a ineficiência de uma empresa, pois, é comum ouvir no jargão nessa atividade industrial, a seguinte afirmativa: “os custos de produção e o consumo dos insumos elevados são por culpa do material, que é muito duro.” A dureza dos granitos analisada foi bem caracterizada, apresentando resultados de desempenho e controle de processo dentro das expectativas.

É importante observar que a qualidade dos recursos humanos não influenciou no comportamento

dos resultados, pois não sofreu mudanças durante as serradas, levando-se em conta que os recursos humanos foi o mesmo durante o período analisado e que são preparados e treinando na realização das suas atividades.

A taxa de ocupação dos teares para os quatro granitos analisados foi de 56,9% , 57,9% , 62,2% e 56,2%, para o Branco Floral, Bordeaux, Branco Jabre e Verde Fuji, respectivamente. Isso demonstra que a empresa, juntamente com os seus fornecedores de blocos, necessita de um melhor planejamento na aquisição de blocos das jazidas, buscando otimizar a capacidade volumétrica dos teares, levando os valores da taxa de ocupação acima de 70%, que é considerado satisfatório (CETEMAG, 1995)

As variáveis que influenciam na produtividade que não foram comentadas acima, como o nível tecnológico dos equipamentos, o sistema de alimentação dos teares, o controle da lama abrasiva, nível de automação dos teares não interferem na análise de produtividade da FUJI s/A, pois essa já apresenta tecnologia de processo adequado para obtenção de resultados satisfatórios de produtividade, totalmente competitivo para participação no mercado das indústrias de desdobramento de granitos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que o processo produtivo de desdobramento de rochas ornamentais é influenciado pela dureza do material, em função da elevada variação no consumo dos principais insumos (granalha, lâmina e energia elétrica), caracterizando-se claramente a correlação entre a dureza do granito e o consumo dos insumos, ou seja, quanto mais duro o granito maior o consumo dos insumos. Contudo, é importante avaliar o controle de processo, visando otimizar custos e a produtividade das serradas, pois dessa forma, é que se justifica a busca constante do aperfeiçoamento dos processos produtivos.

A dureza do granito também interfere decisivamente no custo da serrada e na produtividade, este foi analisado nesse trabalho pelo indicador de desempenho da velocidade de corte (PPT), onde se deve considerar e mencionar no seu resultado a espessura das chapas serradas, pois interfere na quantidade de m² serrados. A espessura das chapas obtidas no desdobramento é importante dado para se comparar à velocidade de corte, pois caso não se tenha essa informação, o resultado da PPT não é significativo, comprometendo a eficácia do indicador de desempenho da produtividade.

BIBLIOGRAFIA

BEZERRA, F. D. Competitividade industrial: estudo da performance competitiva do setor graniteiro do Ceará no Mercado Brasileiro. João Pessoa, PB., 2000. 162p. Tese Doutorado em Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

CHIODI FILHO, C. The dimension of stone in Brazil. 2001.12p. Baseado no Relatório “Brazilian Dimension Stones in the 21st Century”, preparado pela Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais -ABIROCHAS/CAMEX.

CETEMAG, Relatório de assessoria técnica. Cachoeiro de Itapemirim, ES, 1995.

COUTINHO, L ., FERRAZ, J. C. (Coord.). Estudo competitividade da indústria brasileira. 3 ed. Campinas:Papirus, SP, 1995, 510p.

SALLES, E. , PARIS, A. H. LOUZADA, PARIS, D. L. L., Análise e avaliação da produtividade relacionada com a taxa de ocupação do tear. Vitória, ES, Universidade Federal do Espírito Santo, 1996, 47p. Monografia, Especialização em Tecnologia de Aproveitamento e Valorização de Rochas Ornamentais.