

Análise de Payback Aplicado no Processo de Automatização de Podas na Produção de Buxus

Emanuelli Caroline Mendes¹, Diego Alves de Miranda¹

¹Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)
CEP 89.288-385 – São Bento do Sul, SC – Brasil

manu-cm95@hotmail.com, Diegoalves_klx@hotmail.com

Resumo. O campo da Engenharia Mecânica é muito vasto, desde cuidar de projetos, construções, análises, operações e manutenção de sistemas mecânicos, além de poder atuar em pesquisas de tecnologia de ponta e na agricultura. Neste trabalho analisou-se a possibilidade de verificar se a aquisição uma máquina podadora de plantas ornamentais (Buxus) será financeiramente viável, e em quanto tempo o dinheiro gasto nesta compra retornará para os caixas da empresa. Realizou-se um estudo avaliando a produtividade e rendimento dos processos atuais e pós aquisição do equipamento, utilizando conceitos de Engenharia Econômica. Os resultados foram alcançados, pois o investimento se mostrou viável para a empresa que conseqüentemente terá um considerável aumento produtivo.

Palavras Chaves: Plantas Ornamentais, Sistemas Flexíveis de Manufatura, Payback.

Abstract. The field of mechanical engineering is very broad, from project design, construction, analysis, operations and maintenance of mechanical systems, in addition to being up-to-date in state-of-the-art research and agriculture. In this paper, we analyze the possibility of verifying whether the purchase of an ornamental plant feeding machine (Buxus) will be financially viable, and in how much time and money the purchase will return to the company's boxes. A study was carried out evaluating a productivity and yield of the current processes and post-acquisition of the equipment, using concepts of Economic Engineering. The results were achieved, since the investment proved feasible for a company that resulted from a considerable increase.

Key-words: Ornamental Plants, Flexible Manufacturing Systems, Payback.

1. Introdução

O *Buxus Sempervirens* L. é uma pequena família composta por cinco gêneros (*Buxus*, *Notobuxus*, *Sarcococca*, *Pachysandra* e *Styloceras*) contando com cerca de 130 espécies, distribuídas em todo o mundo, exceto Austrália (Gentry & Aymard, 1993). De acordo com Glimmann (1990), Os membros da família são árvores de *evergreen*, arbustos ou ervas perenes. De acordo com Miranda & Cristofolini (2016), para continuar vendendo seus produtos em grande escala, as empresas investem em ideias que possam diminuir custos e aumentar o seu lucro de forma que possam competir de igual com outras demais empresas ou até melhor. Isso gera sempre uma competitividade entre empresas de um mesmo setor produtivo (PRUDENTE, 2013). Atualmente, segundo Groover (2011), se consegue construir máquinas automáticas sob o controle direto de um computador, integrando alguns tipos de tecnologia

(informática, eletrotécnica, pneumática, óleo-dinâmica). Esta integração é conhecida como automação flexível (FMS – *Flexible Manufacturing System*). Algumas vantagens destas instalações automatizada flexível são: economia energética de material; rápida modificação na produção; redução de tempo e de trabalho; redução de custo de produção e melhoramento do ambiente de trabalho.

Segundo Kolbachev *et al.* (2015) existem três tipos de automação para os processos de produção. A primeira é a automação rígida, no qual a sequência das operações é definida pela configuração do equipamento em fase de testes, ou seja, nem todas as operações exercidas serão automatizadas. A segunda forma de automação a ser considerada é a automação programável, onde o robô é projetado com capacidade de poder mudar o sistema de operações para realizar outras funções de outros produtos. As operações são controladas por um programa de linguagem conhecido como CNC (controle numérico computadorizado).

Já o ultimo e não menos importante venha a ser a automação flexível, que acaba se estendendo a automação programável, onde consegue produzir uma variedade de peças quase sem perda de tempo na troca de um modelo de peça para outro. A produção não para enquanto se modifica o sistema operacional (ferramentas, acessórios ou configurações de máquinas).

Dentro deste contexto, este trabalho buscou ajudar uma pequena empresa da região sudeste do Paraná a implementar uma análise de *payback* para descobrir se a aquisição de uma máquina podadora e modeladora de Buxus, é economicamente viável para executar a poda destas plantas. Como este processo deixará de ser manual para ser parcialmente automatizado, o estudo ainda contará com análise produtiva para comparar a rentabilidade dos processos. Neste caso, a inovação partirá na aplicação de engenharia econômica para executar melhorias de processos em uma pequena empresa do setor agrícola.

2. Materiais e Métodos

A metodologia deste trabalho está subdividida em duas principais etapas. A primeira delas irá expor a problemática da empresa que expões de trabalhadores terceirizados para podar as plantas. A outra está baseada na área de engenharia econômica.

2.1 Problemática

A GK uniplantas é uma empresa familiar, que iniciou as suas atividades em 2005, com objetivo de atuar na área de cultivo e manutenção de plantas ornamentais. Com a alto demanda de vendas de Buxus, a empresa pensa em automatizar parcialmente a execução dp processo de podas destas plantas. Estes buxus podem ser melhores observados na Figura 1.

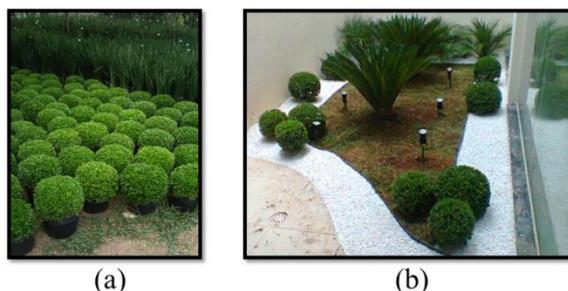


Figura 1. Buxus ornamentais. a) Buxus podados para comercialização, b) Buxus enfeitando jardins.

Essa foi uma alternativa encontrada pelos agricultores da região sudeste do Paraná, para diversificação agrícola, bem como manter a rotatividade de culturas fundamentais para o manejo do solo, além de obter uma segunda fonte de renda na agricultura familiar não dependendo apenas do cultivo de tabaco, cultura predominante devido à geografia e clima regional.

2.2 Engenharia Econômica

Conforme os autores Hummel e Taschner (1995) a engenharia econômica é o aglomerado de técnicas aplicadas cientificamente entre os resultados de tomadas de decisão quando se tem mais de uma alternativa onde nestas comparações, as diferenças expressadas nas alternativas devem ser demonstradas com termos quantitativos. Nesta mesma linha de raciocínio Erlich & Moraes (2010) relatam que engenharia econômica analisa os aspectos financeiros e econômicos demonstrados em critérios quantitativos precisando ter as alternativas que conflitam entre si pela obtenção do suposto investimento, que é o recurso escasso.

2.2.1 Payback

O *payback* (Equação 1) é o período de tempo em que o retorno do investimento acontece, ou seja, a soma das receitas futuras se iguale ao valor do capital investido (MOTTA, 2002). Motta ainda argumenta que quanto maior o prazo de retorno do empréstimo (*payback*), menos interessante ele acaba se tornando para o emprestador e que o mínimo exigido pela maioria das empresas é de 2 anos para ser viável.

$$pb = \frac{-\text{Log}\left\{1 - \left[\frac{\text{Inv} \cdot \text{TMA}}{\text{EA}}\right]\right\}}{\text{Log}(1 + \text{TMA})} \quad (1)$$

Onde: *pb* é o *payback*; *Inv* é o valor do investimento; *TMA* é a taxa mínima de atratividade e *EA* é a economia anual.

2.2.2 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Neto (2009), o valor presente líquido é um método obtido pela diferença entre o valor presente dos benefícios (ou pagamento) previstos de caixa, e o valor presente do fluxo de caixa inicial (valor do investimento, do empréstimo ou do financiamento). O valor presente de qualquer projeto é denominado de valor presente líquido, pois ele acaba sendo oriundo da receita líquida do projeto, ou seja, é o saldo das receitas menos as despesas. A equação 2 demonstra como é calculado o valor presente líquido.

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (2)$$

Se houver somente uma alternativa para este projeto ou investimento, o valor presente do seu fluxo de caixa é o que indicará se o projeto será viável ou não seguindo os seguintes critérios: se $\text{VPL} > 0$ o projeto será viável; se $\text{VPL} = 0$ o projeto será indiferente e se o $\text{VPL} < 0$ o projeto não será viável.

2.2.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Lu *et al.* (2016) explica que TMA é o custo de capital como o retorno pela financiadora de capital para a empresa, portanto a TMA que a empresa considera em seus projetos de investimento. Assim, um investimento só se torna interessante quando atender seus fornecedores de capital e adicionar valor à empresa.

2.2.4 Vida Econômica

De acordo com Nord *et al.*(2016) a vida econômica ou vida útil de um investimento o tempo entre a data inicial do investimento até data final do retorno do capital investido, correspondente ao tempo de depreciação do bem de capital.

2.2.5 Depreciação

Segundo Licheng (2011) Depreciação é a diminuição do valor de um bem por desgaste natural. Depreciação é a diminuição em valores contábeis, de um bem que ocorre desde a sua aquisição até o momento atribuído ao desgaste físico, ao uso. O cálculo da depreciação é dada pela Equação 3.

$$d = \frac{(INV-VR)}{n} \quad (3)$$

Onde: d é depreciação; Inv é o valor do investimento; VR é o valor residual e n o tempo de vida útil do investimento.

2.2.6 Valor Residual (VR)

Licheng ainda explica que o valor residual nada mais é do que a quantia que se espera obter pela revenda de um equipamento ou investimento, quando ele for retirado de serviço.

2.2.7 Fatores de Decisão

Para Mashelkar (2015), para se tomar uma decisão de investimento, a equipe deve estar unida ao longo do processo de análise, logo a tomada de decisão será consequência natural das fases anteriores, eliminando assim desgastes internos na aceitação do que for decidido dentro de qualquer empresa ou instituição, tendo em vista: Receitas; Despesas; Investimento inicial e valor residual; Taxa mínima de atratividade; Vida econômica; Imposto de renda do investido.

2.2.8 Imposto de Renda (IR)

O imposto de renda é um fluxo de capital proveniente de quaisquer atividades. A renda é a remuneração de mão de obra (salários e ordenados) ou de capital (aluguel, juros, distribuição para ações, etc.) inclusos em algum processo de produção de bens ou serviços (AUDRETSCH *et al.*, 2002). O imposto de renda nada mais é do que um imposto sobre esse fluxo de dinheiro.

3. Resultados e Discussões

Os resultados apresentam parâmetros dos cálculos financeiros que buscam identificar o tempo de retorno financeiro do capital investido.

3.1 Equipamento de Poda

Atualmente o processo de podagem é empregado manualmente (com tesoura), ocasionando um desgaste ergonômico ao operador. Isto implica que em poucas remessas de buxus podados, se faz necessários alguns minutos de descanso para não prejudicar demais o podador. Além de que a poda manual, não garante um padrão de perfil como uma esfera quase exata.

Existem cinco tamanhos diferentes de circunferências de buxus, sendo eles 20, 25, 30, 35 e 40 cm de diâmetro. O equipamento que será adquirido é fabricado por uma

empresa denominada *Innovative Italian Technology*, que produz equipamentos para execução de podas no ramo agrícola, e possui também um equipamento para poda de arbustos cilíndricos. A Figura 2 demonstra o processo de podagem manual e com a máquina.

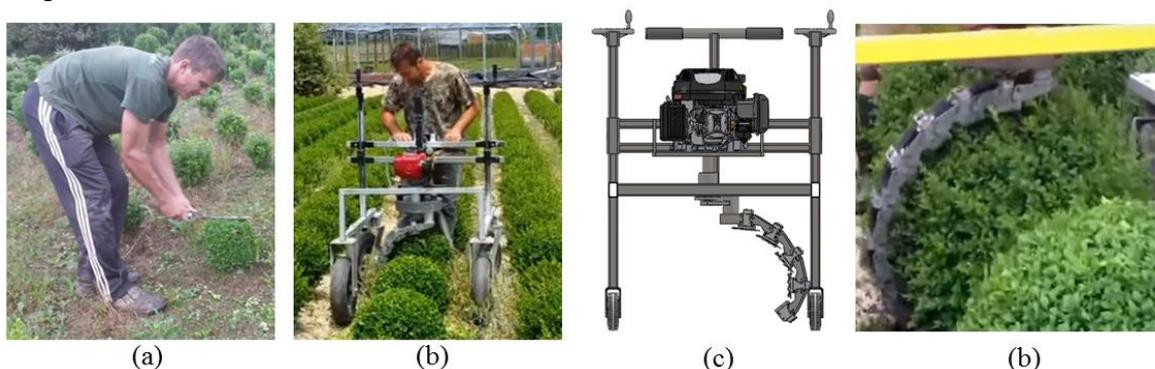


Figura 2. Processo de podagem dos Buxus. a) Podagem manual, b) podagem parcialmente automatizada, c) desenho da máquina podadora, d) Processo de podagem da máquina.

Como já mencionado antes, Kolbachev explica que o processo de poda com a aquisição desta máquina não pode ser considerado totalmente automatizado, por que ele ainda precisa da intervenção humana na movimentação e deslocamento de uma planta para outra. Contudo, mesmo sendo parcialmente automatizado, diminui excessivamente o desgaste ergonômico do podador em ficar se abaixando e aumenta consideravelmente o tempo de poda de cada buxo. Realizou-se uma média de relação do tempo de poda manual de cada tamanho de buxo com dez amostras, que pode ser melhor observado na Tabela 1.

Tabela 1. Amostras de tempo com podas manuais.

Amostras	Tempo (s)				
	Ø 20 cm	Ø 25 cm	Ø 30 cm	Ø 35 cm	Ø 40 cm
1	24	31	35	42	53
2	20	32	36	44	50
3	23	30	37	45	51
4	22	35	39	44	52
5	25	32	38	48	55
6	23	33	36	43	54
7	21	34	39	49	50
8	20	32	37	42	53
9	24	33	38	45	55
10	22	36	40	47	57
Média	22,4	32,8	37,5	44,9	53

Conforme descrito na Tabela 1, as médias de 10 amostras de poda dos buxos de diâmetros de 20, 25, 30, 35 e 40 levam 22,4, 32,8, 37,5 44,9 e 53 segundos respectivamente. Já no processo automatizado, estes mesmos buxos levarão 8, 12, 18, 26 e 35 segundos para serem podados. Levando em conta que o intervalo de tempo para passar de uma poda para outra (término de uma e início da outra) leva cerca de 3 segundos, e que pode-se trabalhar apenas 8 horas por dia, a Figura 3 demonstra a quantidade de buxos que podem ser podados por hora em uma jornada de 8 horas.

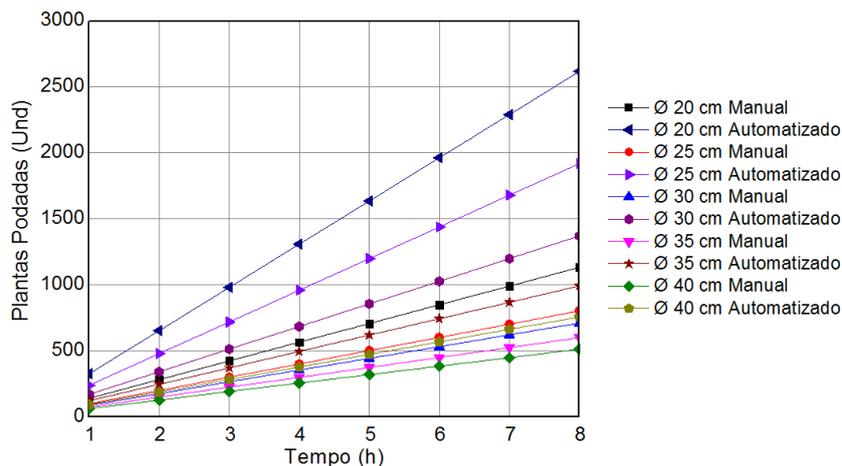


Figura 3. Quantidade de buxos podados por hora.

Atualmente a empresa possui produção de cerca de 36.000 buxos, sendo dividida nas seguintes nos seguintes tamanhos: 20 cm de diâmetro 10.000; 25 cm de diâmetro 8.000; 30 cm de diâmetro 8.000; 35 cm de diâmetro 7.000; 40 cm de diâmetro 3.000 além de outros.

3.2 Cálculo de Payback

Foi verificada a quantidade de plantas que foram vendidas nos últimos anos, conforme históricos da empresa, no ano de 2015 foram comercializados entorno de 5.158 buxos, já em 2016 foram comercializadas 4.795 unidades de buxos e até o mês de junho/2017 já foram vendidas 2.237 unidades de buxos. Para termos de cálculos, utilizou-se uma média estimada de 4.800 buxos vendidos atualmente por ano, divididos em 5 diferentes diâmetros obtém-se uma venda de 960 buxos de cada tamanho por ano, divididos em 12 meses estima-se uma venda de 80 buxos de cada espécie por mês. Sendo que estes valores são dados de venda com a poda manual em que a demanda tem que ser controlada por obter demora na poda, portanto com o processo automatizado pode-se aumentar produtividade em função da demanda. Os valores das quantidades de vendas antes e a expectativa de venda com o aumento da produtividade depois da aquisição do equipamento podem ser melhores observados na Tabela 2.

Tabela 2. Receitas anual e mensal com base na produtividade: Receita atual e receita estimada após a aquisição do equipamento.

Atualmente				
Tamanho Ø	R\$/Und.	R\$ poda manual/Und.	Qtde./Mês	Tempo de Cultivo
20 cm	7,5	0,15	80	2,5 anos
25 cm	10	0,18	80	3 anos
30 cm	13,5	0,25	80	3,5 anos
35 cm	17	0,3	80	4 anos
40 cm	23,5	0,35	80	4,5 anos
Receita Bruta Mensal R\$		5.621,6	Anual R\$	31.459,2
Estimativa de Produtividade Com O Equipamento				
Tamanho Ø	R\$/Und.	R\$ poda manual/Und.	Qtde./Mês	Tempo de Cultivo para venda
20 cm	7,5	0	250	2,5 anos
25 cm	10	0	208,33	3 anos
30 cm	13,5	0	208,33	3,5 anos
35 cm	17	0	125	4 anos
40 cm	23,5	0	41,67	4,5 anos
Receita Bruta Mensal R\$		9.875	Anual R\$	118.500

Para quantificar o aumento da produtividade destes 5 diferentes tamanhos de buxos basta observar o gráfico da Figura 4.

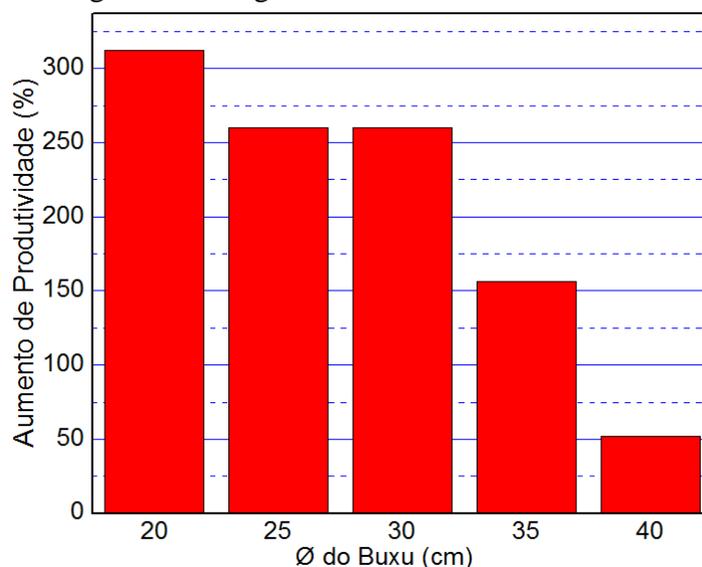


Figura 4. Estimativa de aumento percentual.

De acordo com a Figura 4, apenas o buxo de diâmetro de 40 cm obterá um aumento percentual abaixo de 100% (próximo de 50%). O restante ultrapassará os 100%, dando destaque para o buxo de 20 cm que ultrapassará os 300% de produtividade.

Na Tabela 2 pode-se ver que o rendimento produtivo do equipamento de poda automatizado, a empresa então buscou fazer orçamentos junto a outras empresas que fabricam o equipamento, e o equipamento que mais agradou a empresa custa R\$ 92.905,94. A aprovação de um financiamento deste porte obriga a empresa a fazer um seguro obrigatório do equipamento, que custam mais R\$ 3.000,00 ao ano.

Para sequência dos cálculos do investimento, teremos os seguintes fatores: receita bruta anual, depreciação, receita tributada, imposto, economia após desconto do imposto e valor residual. Para iniciar o cálculo de viabilidade do equipamento precisou saber a receita mensal que os robôs irão retribuir a empresa. A empresa possui anualmente as despesas de 50 sacos de adubos que custam R\$ 60,00, gerando mais um custo anual de R\$ 3.000,00. Conforme demonstra a Tabela 2, a receita bruta anual da empresa será de R\$ 118.500,00. Considerando a despesa 50 sacos de adubos por ano, mais o seguro obrigatório, a Receita anual será de:

$$RA = RBA - G = 118.500 - [(50 \times 60) - 3.000]$$

$$RA = R\$ 112.500,00 / \text{ano}$$

Mashelkar (2015) indica que as empresas utilizem uma taxa mínima de atratividade de 12% para os equipamentos, já o imposto de renda que vem de um somatório de impostos sendo eles: (IRPJ 0,47%, CSLL 0,47%, COFINS 1,42%, PIS 0,34%, CPP 4,05%, ICMS 3,48% e IPI 0,50%) somou um total de 10,73%. O valor residual dos equipamentos é de 3% tendo uma vida útil de doze anos segundo o fabricante, isto implica que:

$$VR = INV \cdot \%VR = 92.905,94 \cdot 0,03$$

$$VR = R\$ 2.787,18.$$

Com isso conseguimos calcular a depreciação deles usando a equação.

$$d = \frac{(92.905,94 - 2.787,18)}{12}$$
$$d = \mathbf{R\$ 7.509,90/ano}$$

O seguinte passo é calcular a receita tributada:

$$RT = (RA + VR) - d = (112.500,00 + 2.787,18) - 7.509,90$$
$$RT = \mathbf{R\$ 107.777,28}$$

Em seguida calculamos o imposto de renda (IR), este sempre se calcula com base no valor da receita tributada. Uma vez que o imposto de renda é de 10,73% e a receita tributada foi de R\$ 107.777,28, logo o imposto de renda será de:

$$IR = RT \cdot \%IR = 107.777,28 \cdot 0,1073$$
$$IR = \mathbf{R\$ 11.564,15.}$$

Descontando o valor do imposto de renda conseguimos calcular o ganho de economia anual da empresa utilizando a seguinte equação:

$$EA = RA - IR = 112.500,00 - 11.564,15.$$
$$EA = \mathbf{R\$ 100.935,50.}$$

Tendo uma taxa mínima de atratividade de 12%, podemos agora calcular o valor presente (VP) para em seguida calcular o valor presente líquido (VPL) conforme a equação (2).

Logo isto implica que:

$$VP = \frac{(100.935,50)}{(1 + 0,12)^1} + \frac{(100.935,50)}{(1 + 0,12)^2} + \frac{(100.935,50)}{(1 + 0,12)^3} + \dots + \frac{(100.935,50)}{(1 + 0,12)^{12}}$$

$$VP = \mathbf{R\$ 625.232,24 \text{ durante 12 anos}}$$

Onde valor presente líquido se torna:

$$VPL = VP - INV = 625.232,24 - 92.905,94$$
$$VPL = \mathbf{R\$ 532.326,30 \text{ durante 12 anos}}$$

Tendo um VPL positivo, segundo Neto (2009) isso implica que o projeto é viável, então se foi calculado também o tempo de retorno que o investimento volta aos caixas da empresa conforme a Equação (1).

$$pb = \frac{-\text{Log} \left\{ 1 - \left[\frac{Inv \cdot TMA}{EA} \right] \right\}}{\text{Log} (1 + TMA)} = \frac{-\text{Log} \left\{ 1 - \left[\frac{92.905,94 \cdot 0,12}{100.935,50} \right] \right\}}{\text{Log} (1 + 0,12)}$$

$$pb = \mathbf{1,03 \text{ anos}}$$

De acordo com Motta (2002), este investimento torna-se viável por que com ele, o valor gasto retorna aos caixas da empresa em apenas 1 ano, metade dos 2 anos proposto por Motta.

4. Conclusões

Este estudo mostrou-se que a aplicação de engenharia mesmo em uma empresa considerada pequena, pode ser o diferencial que vai alavancar e expandir as vendas. Pelos cálculos financeiros, pode-se concluir que a aquisição de uma máquina de podar mudas de buxus foi viável por que o valor para o investimento retornar ao caixa da empresa é de apenas um ano, o que colocou um peso maior na futura execução da compra do equipamento.

Outro fator que conseqüentemente ajuda na escolha da compra é o aumento grotesco da produtividade, implicando em um ganho de tempo e economia de custos. Pois além de evitar que as podas sejam executadas de forma manual, diminui os riscos ergonômicos da pessoa que for operar o equipamento.

A engenharia econômica é de suma importância não só para as grandes empresas, mas para os pequenos produtores. Infelizmente muitas empresas familiares não tem como buscar estes tipos de ferramentas financeiras e acabam desperdiçando tempo e dinheiro. Contudo, o estudo desenvolvido neste trabalho demonstra ainda mais a importância destas aplicações em pequenas empresas.

Referências

A. H. Gentry, G. Aymard. (1993). A New Species of *Styloceras* (Buxaceae) From Peru. *Novon*. v3, p142 – 144.

R. Glimmann. (1990) Blütenbiologie von *Trochodendron aralioides*. *Unpublished Diploma Thesis*, University of Zurich.

D. A. Miranda, R. Cristofolini. (2016). Análise de Retorno Financeiro Aplicado a Dois Robôs Autônomos Manipuladores que Atuam na Descarga de Peças no Processo de Injeção de Termoplásticos. *Combrepro – Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*. Ponta Grossa, p1 – 12.

F. Prudente. (2013). Automação industrial pneumática: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro, RJ: LCT.

P. Brito. (2003). Análise e Viabilidade de Projetos de Investimentos. São Paulo. SP: Atlas.

M. Groover. (2011). Automação industrial e sistema de manufatura. 3. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall.

E. Kolbachev, T. Kolbacheva, Y. Salnikova. (2015). Application of Natural Science and Engineering Methods as a Trend in the Development of Economic and Management Research and Education. *Procedia Society Behavior Science*. v214 p1000–1007.

P. V. R. Hummel & M. R. B. Taschner. (1995). Análise e Decisão Sobre Investimentos e Financiamentos: Engenharia Econômica - Teoria e Prática. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas.

P. J. Ehrlich & E. A. Moraes. (2010). Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento. 6. ed. São Paulo. SP: Atlas.

R. R. Motta. (2002). Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais. São Paulo. SP: Atlas.

A. A. Neto. (2009). Finanças Corporativas e Valor. São Paulo. SP: Atlas.

W.M. Lu, Q.L. Kweh, M. Nourani, F.W. Huang. (2016). Evaluating the Efficiency of Dual-Use Technology Development Programs From the R&D and Socioeconomic Perspectives. *Omega*. v62, p82–92.

J. H. Nord, F. Çetin, Ö. Atay, J. Paliszkievicz. (2016). Examining the Impact of Social Technologies on Empowerment and Economic Development. *International Journal of Information Manager*. v36, n(6), p1101–1110.

W. Licheng. (2011). Science & Technology Input and Economic Growth: An Empirical Analysis Based on the Three Major Coastal Economic Regions of China. *Energy Procedia*. v5, p1779–1783.

R.A. Mashelkar. (2015). Technology and Innovation on the Economic and Political Power. *Impact of Science*. p1–9.

D.B. Audretsch, B. Bozeman, K.L. Combs, M. Feldman, A.N. Link, D.S. Siegel. C. Wessner. (2002) The Economics of Science and Technology, *Journal of Technology Transfer*. v27, n2, p155–203.