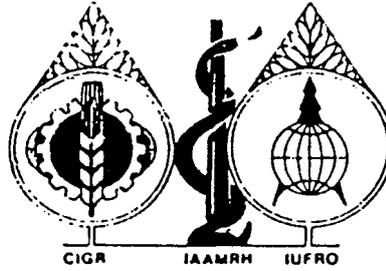


Commission
Internationale
de l'Ingénierie Rural
Commission "Ergonomics
in
Agriculture"



International' Union of Forestry
Research Organizations
Div.3. Project Group
-Ergonomics-

International Association of Agricultural Medicine and Rural Health
Commission, "Ergonomics and Safety"

Xe SYMPOSIUM INTERNATIONAL
AGRICOLE
SUR L'ERGONOMIE ET LA SANTE

Xth INTERNATIONAL AGRICULTURAL
SYMPOSIUM
ON ERGONOMICS AND SAFETY

PARIS 26-29 JUIN 1989
PARIS 26-29 JUNE 1989

ANALYSE DE L'ORGANISATION DU TRAVAIL
EN FORÊT POUR LA PRÉVENTION
DES RISQUES POSTURAUX ET DE
VIBRATIONS

Antonio Cristofolini⁰, Claudio Pollini^{**},

B. Maggi^{**0}, D. Colombini^{****}, E. Occhipinti^{****}, S. Peretti^{****}

- Service de Médecine du travail - Trento
Institut pour la Technologie du Bois C.N.R. S.Michele a./A. (Trento)
- Département de Sciences Sociales - Université de Turin
- Unité de Recherche EPM - CEMOC Milan
- Institut de Médecine du Travail Università de Verona
- o Groupe de recherche: organization and Well-being c/o Clinique du Travail - Milan

RESUME

L'application de la méthode des congruences organisationnelles dans l'étude du travail en forêt sur le versant italien des Alpes et ses rapports avec la santé des travailleurs a permis de mettre en évidence les éléments de contrainte liés aux diverses phases de travail.

Il est apparu nécessaire de préférer l'intervention sur les éléments de contrainte des phases d'abattage, d'ébranchage et de tronçonnage.

Quant au risque posturai et de vibrations, l'application de la méthode consent à une meilleure évaluation du risque dans les différentes modalités d'exécution envisageables, et fournit par conséquent un excellent instrument d'information pour les travailleurs concernés ainsi qu'un fondement en vue de l'élaboration de programmes de formation des travailleurs.

INTRODUCTION

Le travail dans les bois sur le versant alpin italien est caractérisé par un ensemble de problèmes qui rendent les opérations forestières difficiles, dispendieuses et pas très sûres, ces problèmes se marquent surtout lors des phases d'utilisation (abattage, fagonnage et transport) qui correspondent à peu près aux deux tiers des journées de travail annuelles.

Ces phases sont particulièrement influencées de manière négative par le caractère abrupt des versants, ce qui empêche l'introduction d'une mécanisation appropriée et par la longue saison hivernale (1).

Des raisons d'ordre économique encouragent cependant la recherche de rendement par l'intermédiaire de la mécanisation des différentes opérations.

Cette phase de changement qui vise surtout une augmentation de la productivité doit également être l'occasion pour orienter les choix de

travail afin de préserver l'état de santé des travailleurs forestiers.

La fragmentation des entreprises forestières permet aussi de déterminer, en plus d'une gestion peu efficace des opérations en forêt, une formation professionnelle peu adaptée en particulier pour ce qui a trait à la sécurité et à l'hygiène du travail. Par conséquent, outre l'adoption de toutes les mesures suggérées par le développement technologique en vue de la prévention, l'établissement de protocoles destinés à orienter les comportements vers des modalités opérationnelles correctes s'impose.

Les parcours formatifs qui pourront modifier les comportements dans l'intérêt de la sécurité et de la prévention nécessitent en guise de prémisse une analyse du travail organisé qui servira à reconnaître dans chaque activité de travail les éléments de constrictivité et de risque.

Nous avons examiné tout particulièrement les activités de taille avec la tronçonneuse par rapport auxquelles on veut donner des indications qui puissent permettre une réduction des taux d'accidents, de la charge posturale et des vibrations transmises au système main-bras.

En ce qui concerne le phénomène des accidents du travail, ce domaine est considéré à haut risque et pour la fréquence et pour la gravité.

Le risque de posture est important surtout pour les dommages chroniques du tractus lombaire du rachis causés par les positions courbées qu'entraîne le soûtien du poids de la tronçonneuse.

Le rôle causal développé par les postures avec mouvement manuel de poids dans la pathologie du rachis lombaire est largement reconnu dans la littérature au point que des instituts influents et des organismes internationaux ont jugé bon d'établir une réglementation fixant les poids maximum susceptibles d'être transportés manuellement.

C'est ainsi que le NIOSH a établi l'échelle des poids transportables manuellement sur base des charges axiales qui se marquent sur les disques lombaires, évaluation effectuée à travers les modèles biomécaniques statiques.

Selon le NIOSH, les transports de poids qui comportent plus de 650 kg de compression sur huit disques lombaires doivent être évités-

Si le soulèvement entraîne sur les disques lombaires des charges de 350 à 650 kg, il est important d'adopter certaines mesures précautionnelles quant à l'amélioration des conditions de travail, à la sélection et au training du personnel, aux contrôles sanitaires visés, tout en tenant compte que chez le travailleur soumis à de telles conditions l'incidence d'épisodes de lombalgie aiguë est de trois fois supérieure environ à celle que l'on rencontre chez le travailleur non exposé.

L'apparition de pathologie vasculaire et ostéoarticulaire aux membres supérieurs causée par les vibrations transmises par la poignée de la tronçonneuse est largement documentée par rapport aux caractéristiques techniques des machines.

Les dispositifs anti-vibrations, dont sont pourvues les tronçonneuses de la nouvelle génération, ont permis de réduire les accélérations pondérées en fréquence (selon la ISO 5347) jusqu'à neuf fois; l'incidence de vasculopathie aux mains des bûcherons a ainsi pu être considérablement diminuée.

Les accélérations pondérées en fréquence produites par les tronçonneuses de la vieille génération (qui ne sont pas dotées de dispositifs anti-vibrations) sont généralement comprises entre 7 et 25 m/s² (valeur moyenne 15 m/s²); les accélérations provoquées par les tronçonneuses

de la nouvelle génération sont cette fois comprises entre 2 et 7 **M/S²**

(valeur moyenne 3 m/s²). D'après la ISO 5349, l'exposition, durant 4 heures par jour, aux vibrations générées par les tronçonneuses de la vieille génération (15 m/s²) et de la nouvelle génération (3 m/s²) peut entraîner l'apparition du phénomène de Raynaud après 2 - 4 ans (respectivement chez 10 à 50% des travailleurs) dans le premier cas et après 10 - 22 ans (respectivement chez 10 à 50% des travailleurs) dans le second.

MATERIEL ET METHODES

L'analyse de l'organisation du travail actuelle dans les bois a été menée avec la Méthode des congruences organisationnelles (2) (3) qui se base essentiellement sur la distinction d'éléments fondamentaux de la situation de travail qui lors du processus d'observation sont apparus synthétiquement unis. Les éléments des situations de travail qu'il est nécessaire de distinguer analytiquement en vue d'une interprétation complète sur le plan organisatif et sur le plan de la médecine du travail sont:

- a) les activités (ou tâches) et leurs relations, examinées indépendamment des personnes qui les effectuent;
- b) le déroulement des activités avec tout ce que le concept englobe: les personnes, les lieux, les manières, les durées, l'engagement des personnes lors de l'exécution des activités;
- c) les connaissances techniques inhérentes aux activités qui sont des connaissances relatives à: l'objet de la transformation, aux moyens de transformation, au procès de transformation.

Cette distinction analytique est rendue possible par la référence de la Méthode aux orientations de théorie de l'organisation qui considèrent chaque réalité organisationnelle et par conséquent chaque situation de travail organisé - entièrement comme résultat de choix, de décisions et d'actions. Par choix organisationnels on entend les choix d'objectifs, choix techniques et choix de structuration.

Cette option théorique change de façon radicale la manière de voir les différents aspects de la situation de travail par rapport aux orientations (du reste largement réadaptables) de forme mécanistique et organiciste.

Les conséquences sont de taille non seulement du point de vue de l'interprétation de la situation de travail mais aussi, et surtout, du point de vue des actions d'intervention.

L'analyse organisationnelle a été menée pour les trois activités principales de taille: abattage, ébranchage et tronçonnage, pour chacune des actions réalisées selon deux modalités diverses: une (A) correspondant à la modalité généralement adoptée par la majorité des travailleurs forestiers dans la réalité cisalpine. L'autre (B) est ergonomiquement parlant la plus correcte puisqu'elle permet de réduire la charge et par conséquent de limiter les dommages.

On n'a pas pris en compte le cycle des transports ni la phase d'écorgage.

L'étude de l'activité musculaire et des charges articulaires qui se développent lors des postures de travail, entendu en des termes très

généraux, a pour but de vérifier la tolérance de la position **en elle-même face** aux conditions concrètes espace-temps au cours desquelles celle-ci est adoptée.

Une posture est tolérable quand elle satisfait les conditions suivantes (4):

- a) ne pas produire une sensation d'inconfort, de fatigue ou de douleur à court terme;
- b) ne pas causer de pathologies morphofonctionnelles de l'appareil locomoteur à long terme.

Cette définition ne devrait pas comporter de problèmes théoriques, en particulier si on est convaincu que le travail de prévention ne peut pas se limiter à la seule lutte contre les possibilités de dommages invalidants mais qu'il doit promouvoir le bien-être et le confort des travailleurs de la manière la plus large qu'il soit.

Dans ce point de vue, il ne faut pas oublier que, dans la pratique, ce que nous devons chercher à connaître et évaluer n'est pas une simple position en elle-même mais plus précisément une suite de positions, qui se déterminent lors du déroulement des opérations de travail de la part des travailleurs impliqués séparément ou en groupes durant une journée de travail, dans des contextes opérationnels divers.

Sous cet aspect des choses, il est donc évident qu'à l'étude des caractéristiques d'importance de l'activité musculaire et de la charge articulaire il faut ajouter une étude des caractéristiques de durée de celles-ci, l'évaluation qui en découle ne peut faire abstraction de l'appréciation de ces caractéristiques- Il résulte ainsi que l'analyse des postures de travail, comme celle de tous les autres agents de travail comportant des risques, doit se baser non seulement sur la quantification et le degré d'acceptabilité que chaque geste ou attitude du corps mais plutôt sur l'appréciation fréquence avec laquelle, dans le temps, ces gestes se répètent. Dans ce sens, l'étude du "job design" peut être considérée comme étant un élément fondamental dans l'analyse des postures.

Les études des charges agissant sur les disques intervertébraux et de la sollicitation des muscles paravertébraux par l'intermédiaire de modèles mathématiques qui exploitent les principes et les connaissances biomécaniques ont été menées par de nombreux Auteurs dont Schultz (5) (6) (7) et Chaffin (8) aux Etats-Unis, Leskinen (9) et Andersson (10) en Europe du Nord et notre groupe en Italie (3). *

Ces recherches permettent de quantifier des charges articulaires et, en seconde instance, des tensions développées par les autres structures périarticulaires à partir d'une schématisation plus ou moins sophistiquée des attitudes posturales les plus diverses, de la quantification des forces extérieures appliquées (par exemple: le soulèvement d'un poids) et de l'appréciation de certains paramètres anthropométriques du sujet examiné. Elles sont basées, substantiellement, sur le principe du levier "en équilibre" sur lequel les divers segments de corps et les forces extérieures agissent comme puissance, les muscles et les autres tissus mous sont les résistances, les articulations sont les point d'appui de ce levier.

Vu la relative complexité du corps humain en tant que "forme de leviers", qui du reste peuvent interagir suivant diverses directions dans l'espace et d'après la sollicitation de forces statiques de dynamiques, on a

obtenu une certaine variété de modèles d'étude dans lesquels, pour parler d'une manière générale, le soin est inversement proportionnel à la simplicité et aux avantages pratiques appliqués.

On remarque par conséquent différents types de modèles biomécaniques: le plus simple est le modèle statique bidimensionnel. Il évalue les comportements du corps sur un seul plan (généralement le plan sagittal dans lequel se produisent les mouvements de flexion extension du rachis) et délaisse les forces d'accélération.

Le plus connu de ces modèles est le "Static Sagittal Plane" (SSP) mis au point par Chaffin et employé pour les Lignes guide de NIOSH sur les poids admissibles. Les modèles de ce genre sont valables pour les mouvements qui, du moins en principe, sont symétriques et qui se produisent le long d'un plan unique sans la présence de composants dynamiques importants. Système très valable surtout du point de vue de son utilisation, extrêmement simple et ne requérant aucun type d'instrumentation d'analyse et de calcul.

Ce modèle a été appliqué sur un sujet de 80 kg qui travaillait avec une tronçonneuse de 7 kg pour réaliser les diverses opérations.

Le relevé des vibrations a été effectué sur une tronçonneuse de la nouvelle génération (munie de dispositifs anti-vibrations) d'une puissance de 3,1 kW et d'une cylindrée de 61.5 cc, les relevés ont été pratiqués pour diverses opérations de taille et pour différents comportements posturaux. Les mesures ont été réalisées par l'intermédiaire d'un accéléromètre triaxial (BK 4321) que l'on a appliqué sur la poignée antérieure de la tronçonneuse; l'accéléromètre a été relié à trois amplificateurs de charge (BK 2635) eux-mêmes reliés à un enregistreur de modulation de fréquence (BK 7003).

L'analyse en tiers d'octave des signaux enregistrés sur la bande a été effectuée au moyen d'un analyseur digital de fréquence (BK 2131); l'estimation de l'accélération pondérée en fréquence exécutée au moyen d'un instrument de mesure pourvu des filtres fixés par la 150 5349 (BK 2511 WH 0454) relié à un analyseur statistique (BK 4426).

RESULTATS ET CONCLUSIONS

L'analyse de l'organisation menée avec la Méthode des congruences organisationnelles (tab. 1) dresse la liste sur quatre colonnes:

- des éléments de structuration des activités (ou tâches): -TCC (Tasks' Coordination and Control);
- des éléments de structuration du déroulement des activités: ICC (Individuals' Coordination and Control);
- des éléments de connaissance technique: TK (Technical Knowledge);
- des éléments de contrainte organisationnelle relatifs à la tâche: OC (Organizational Constraint).

La lecture en vertical du tableau 1, c'est à dire par colonnes, met en évidence les choix de structuration et les choix techniques de la phase tout entière; la lecture en horizontal, c'est à dire ligne par ligne, met en évidence les rapports entre les éléments de TCC, ICC, TK et OC.

Dans l'exemple illustré dans le tableau 1 on fait référence à

Tab.i: Analyse de l'organisation avec la méthode des Congruences Organisationnelles

Structure des tâches	Structure Sociale	Connaissances Techniques	Éléments de Contrainte
Abattage	<p>1 bûcheron avec tronçonneuse à chaîne opère une entaille de direction et une taille d'abattage</p> <p>Tempa: 30 - 120 sec.</p> <p>A) Opérateur debout, buste courbé, jambes raides, bras tendus et rigides</p> <p>B) Opérateur appuyé sur un genou, buste droit, bras fléchis.</p>	<p>Connaissance de la dimension et de l'inclinaison du terrain, de l'orientation de la chevelure et des tensions internes.</p> <p>Connaissance du fonctionnement de la tronçonneuse à chaîne.</p> <p>Connaissance des phases suivantes (modalités de déboisement) et du processus complet (-déplacement des collègues).</p>	<p>Tâche qui demande de l'attention avec cause-effet complexe. Nécessité de vérification et de réglages, limitation de l'écart acceptable.</p> <p>Processus visible pour exceptionnelles et grande vitesse.</p> <p>Conditions d'accident: per écrasement, chutes et lésions de tronçonneuse à chaîne.</p> <p>Risque postural.</p> <p>Exposition à vibration au système main-bras.</p>
Ebranchage	<p>1 bûcheron avec tronçonneuse à chaîne après l'abattage en combinaison avec le tronçonneuse</p> <p>Tempa: 10 - 60 min.</p> <p>A) jambes unies et tendues, buste courbé, corps de la tronçonneuse détaché du tronc</p> <p>D) jambes écartées, légèrement fléchies, buste droit, bras fléchis, corps de la tronçonneuse appuyé sur le tronc.</p>	<p>Connaissance des tensions internes des branches et des réactions de la plante à la taille des branches sur lesquelles elle pose.</p> <p>Connaissance de l'emploi de la tronçonneuse à chaîne.</p> <p>Connaissance des phases suivantes (modalités d'écorçage).</p>	<p>Tâche répétitive qui demande attention, changement du processus pour exceptionnelles.</p> <p>Conditions d'accident: lésions de tronçonneuse à chaîne, per projection d'éclats et des branches per chute, per écrasement.</p> <p>Risque postural.</p> <p>Exposition à vibration au système main-bras.</p>
Tronçonnage	<p>1 bûcheron avec tronçonneuse à chaîne en combinaison avec l'ébranchage décide l'abattage (longueur du chicot) et réalise les coupes transversales</p> <p>Tempa: 60 - 120</p> <p>A) jambes tendues, buste courbé, bras tendus</p> <p>B) jambes fléchies, buste quasi droit, bras fléchis.</p>	<p>Connaissance des tensions internes et des compartiments du tronc par rapport au diamètre, aux appuis, aussi en relation avec des possibilités de roulement ou glissements.</p> <p>Connaissance de l'emploi de la tronçonneuse à chaîne.</p> <p>Connaissance du processus complet (de l'orientation du produit) et de la qualité technologique du bois pour déterminer l'assortiment.</p>	<p>Tâche qui demande attention, complexe pour exceptionnelles, série cause-effet complexe.</p> <p>Conditions d'accident: lésions avec la tronçonneuse à chaîne, chute, écrasement (roulement ou glissement) et écarts.</p> <p>Risque postural.</p> <p>Exposition à vibration au système main-bras.</p>

l'abattage et au façonnage d'une plante moyenne (diamètre à 1.30 m de 35 cm, volume d'1 m³ environ) présentant des conditions opérationnelles de difficulté moyenne.

Les tâches prises en considération se déroulent dans des conditions d'isolement partiel, elles comportent des difficultés de par les décisions liées à des connaissances spécifiques à propos de l'objet et du processus, une grande attention, une vitesse d'exécution et de multiples exceptions dans des conditions de variabilité.

Dans cette situation, les risques d'accidents, parfois très graves, sont fréquents; la charge posturale est toujours présente tout comme l'exposition aux vibrations.

On peut voir sur le tableau 2 les valeurs des charges de compression sur le disque intervertébral L3 durant les trois activités et lors de modalités exécutives diverses.

Dans la modalité B, le sujet adopte une position ergonomique correcte (11) et dans toutes les activités examinées la charge reste inférieure à la limite établie par le NIOSH (350 kg), alors que dans la modalité A, qui est la plus communément utilisée lors des trois activités, cette limite est dépassée et, par conséquent, des mesures de prévention primaire et secondaire devraient être adoptées.

i

Tab.2: Charges de compression exprimées en kg sur le disque intervertébral L3 au cours des trois activités et dans les deux modalités.

	Abattage	Ebranchage	Tronçonnage
Modalité A	422 kg	464 kg	370 kg
Modalité B	256 kg	278 kg	332 kg

Pour ce qui a trait aux vibrations relevées sur la poignée antérieure au cours des trois activités de taille accomplies soit dans une position habituelle, soit dans une posture ergonomiquement correcte (qui permet l'appui du corps de la tronçonneuse au tronc) on n'a pas enregistré de grandes différences ni comme valeurs d'accélération pondérée en fréquence ni comme spectre en tiers d'octave-

Du reste, l'apparition du syndrome de vibrations a été attribuée, fréquence et amplitude des vibrations mises à part, à la manière avec laquelle l'engin est pris en main et à la force de préhension (12).

L'apparition asymétrique de symptômes aux mains a aussi été attribuée, en dehors des diverses caractéristiques des vibrations, à la force de préhension exercée par les deux mains au cours du travail (13).

Beaucoup d'auteurs ont insisté sur le fait qu'une plus grande force de préhension, ou une plus grande rigidité de couplage main-poignée, implique une plus grande transmission des vibrations (14) (15).

D'autre part, on a remarqué que les bûcherons avec le syndrome du doigt blanc utilisent, par rapport à leurs collègues indemnes (aux mêmes conditions d'âge et d'exposition), une force de préhension plus grande aussi bien en valeur absolue qu'en relation avec leur force maximale de compression volontaire (16).

Cette constatation a amené la conclusion suivante: les sujets qui utilisent une grande force de préhension devraient être plus exposés aux symptômes vasospasthiques et par conséquent l'engin devrait être empoigné avec la plus grande souplesse possible sans perdre le contrôle de la tronçonneuse.

De ces enquêtes, on remarque également que la force de préhension appliquée à la poignée antérieure et postérieure est de même niveau mais que les variations sont plus marquées pour la poignée antérieure, on a observé des élévations brusques dans les valeurs de préhension surtout lors des changements de direction.

Durant les opérations de taille à chaîne tirante, certains bûcherons n'exercent quasi aucune force parce que la tronçonneuse est posée sur le tronc; la plupart des bûcherons appliquent moins de force avec la main antérieure dans le cas de taille à chaîne tirante plutôt que lors de la taille à chaîne poussante.

La force de préhension de la main qui supporte la poignée postérieure, celle qui possède les commandes de la tronçonneuse, est indépendante de la direction de la taille.

Dans la modalité exécutive B, la sollicitation posturale moindre permet de réduire la force de préhension des mains de l'opérateur sur les prises de la tronçonneuse; l'évaluation subjective de l'opérateur est d'être exposé à des niveaux au moins intenses par rapport à la modalité A, qui est celle que l'on adopte le plus communément.

Cette évaluation subjective de moindre exposition n'est pas expliquée exhaustivement par les mesures de vibrations réalisées sur la poignée, qui devront être intégrées avec des relevés qui permettront d'estimer de façon simultanée la force de préhension et les vibrations effectivement transmises à la main.

Il existe cependant des indications concernant la validité d'un programme de formation basé également sur la prévention des dommages causés par les vibrations; on a en fait pu vérifier que les sujets non habitués à utiliser une tronçonneuse développent une force de préhension beaucoup plus marquée durant les opérations de taille, tout en réalisant l'opération en plus de temps; cela a confirmé l'exactitude du fait que les travailleurs inexpérimentés empoignent leur outil avec plus de force et qu'ils sont plus exposés au syndrome de vibrations (17).

En conclusion, il semble évident que simultanément à l'introduction d'améliorations technologiques il est également nécessaire d'introduire dans le compartiment forestier ces critères de formation à la sécurité et à la prévention basés sur une analyse détaillée de l'organisation qui permettent aux travailleurs d'exercer leurs activités de façon correcte et sûre-

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Pollini C., Leonelli G., Gios G., 1988: Work organization of logging operations in alpine environment in Italy. Proceedings of IUFRO International Symposium "Development of work studies in forestry", Thessaloniki (GR), en cours de publication.
- 2) Maggi B., 1984: Questioni di organizzazione sociologica del lavoro. Tirrenia Stampatori, Torino.

- 3) Maggi B., Cristofolini A., Grieco A., 1976: Il metodo delle congruenze organizzative per lo studio dei rapporti tra lavoro organizzato e salute. Un esempio di applicazione nel settore della estrazione e lavorazione di materiali lapidei. VIII^o Congresso Nazionale degli Operatori della Prevenzione negli ambienti di lavoro, Arezzo.
- 4) Colombini D., Occhipinti E., Molteni G., Grieco A., Pedotti A., Boccardi S., Frigo C., Menoni O., 1985: Posture analysis. *Ergonomics*, 28, 1, pp. 95-98-
- 5) Schulz A.B., Andersson G.B., 1981: Analysis of loads on the lumbar spine. *Spine*, vol-6, n. 1, pp. 76-82.
- 6) Schulz A.B., Andersson G.B.J., Ortengren R., Haderspeck K., Nachemson A.L., 1982: Loads on the lumbar spine. *Journal of Bone Joint Surg.* v. 64A, n.5. pp. 713-720-
- 7) Schulz A.B., Andersson G.B.J., Haderspeck K., Ortengren R., Nordin N., Bjork R., 1982: Analysis and measurement of lumbar trunk loads and tasks involving bends and twists. *J. Biomechanics*, v. 15, n.9, pp. 669-675.
- 8) Chaffin D.B., 1982: Low back stresses during load lifting. *Human body dynamics: Impact, occupational and athletic aspects*. Dhanjoo N.Ghista - Clarendon press Oxford, pp.249-269.
- 9) Leskinen T.P.J., Stalhammar N.R., Kourinka I.A.A., 1983: A dynamic axial analysis of spinal compression with different lifting techniques. *Ergonomics*, v.26, n.6, pp. 595-604.
- 10) Andersson G.B.J., Ortengren R., 1984: Assessment of back load in assembly line work using electromyography. *Ergonomics*, v.27, n.2, pp-1157-1168.
- 11) Pollini C., 1982: Tecniche di abbattimento e allestimento in foresta. C.N.R., I.T.L.. S.Michele a/A Trento, 106 pp.
- 12) Taylor W., 1974: The vibration syndrome: Introduction. In *The Vibration Syndrome*- Edited by W. Taylor, Academic Press: London, pp. 1-12-
- 13) Hellstrom B., Lange-Andersen K., 1972: Vibration injuries in Norwegian forest workers. *Br. J. Ind. Med.* n. 29, pp. 255-263.
- 14) Pyykko I. et al., 1976- Transmission of vibration in the hand-arm system with special reference to changes in compression force and acceleration. *Scand. J. Work Environ. Health*, n-2, pp. 87-95.
- 15) Hyvarinen i., Pyykko I., Sundberg S., 1973: Vibration frequencies and amplitudes in the aetiology of traumatic vasospastic disease. *Lancet*, n.1, pp. 791- 794.
- 16) Farkkila M. et al., 1979: Hand grip forces during chain saw operation and vibration white finger in lumberjacks- *Br.J.Ind.Med.*, n.36, pp-336-341.
- 17) Teisinger J., 1972: Vascular disease disorders resulting from vibrating tools. *J.Occ.Med.*, n.14, pp. 129-133-