



## **EFFECTIVIDAD DE LA ROTACIÓN EN EL PROCESO DE EMPAQUETADO DE RESMAS DE PAPEL, TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS ERGONÓMICAS**

Denise Napolitano Alegrette, Suzano S.A, denialegrette@hotmail.com  
Regiane Maria Martins, Suzano S.A, regiane.martins00@gmail.com  
Rita Caroline de Castro Caetano, Suzano S.A, ritacastro.caetano1986@gmail.com  
Sarita Geraldo Rosa Barros, Suzano S.A, sarita\_orl@yahoo.com.br

**Resumen:** A principios del siglo XX, con la segunda revolución industrial, surgió la Ergonomía, preocupada por la interfaz entre el hombre y la máquina. En Brasil, la Norma Regulatoria 17 tiene como objetivo adaptar el trabajo a las características de los trabajadores. En una empresa de celulosa y papel, la ergonomía es esencial debido a la complejidad de las operaciones. El proceso de empaquetado de papel, a pesar de algunas automatizaciones, aún requiere intervención manual, lo que genera molestias. El análisis ergonómico del trabajo (AET) permite diagnosticar y corregir las situaciones de trabajo, mientras que métodos como DUET y TOR-TOM evalúan los riesgos ergonómicos.

Un estudio evaluó la efectividad de la rotación de tareas en la empresa, utilizando DUET y TOR-TOM. Después del despliegue de los manipuladores de carga, la rotación ha mejorado, pero la tarea principal (alimentar resmas) sigue planteando un alto riesgo ergonómico. La percepción de los trabajadores sobre la rotación coincide con los resultados de TOR-TOM. El estudio concluye que la rotación actual ha mejorado las condiciones de trabajo, pero se necesitan mejoras en la tarea principal para garantizar la ausencia de trastornos musculoesqueléticos en las extremidades superiores.

**Palabras clave:** DÚO; TOR-TOM; Vaciador; Trastornos musculoesqueléticos en las extremidades superiores; ergonomía.

## **Introducción**

A principios del siglo XX, con el advenimiento de la segunda revolución industrial, cuando se establecieron los métodos de organización del trabajo, comenzó a surgir la Ergonomía y con ella, la preocupación por la interfaz hombre-máquina (Melo et al., 2011).

Las transformaciones se manifiestan en el trabajo y la Ergonomía viene a armonizar los impactos en la salud del trabajador, incluyendo aportar un aspecto más social al tema, permear de manera más genuina las buenas prácticas de las empresas y promover la inclusión, ya que existe la factibilidad de adaptar el trabajo a las necesidades del trabajador.

En Brasil, la norma reglamentaria 17 (NR17), del ministerio del trabajo y el empleo (MTE), tiene como objetivo establecer parámetros que permitan la adaptación de las condiciones de trabajo a las características psicofisiológicas de los trabajadores, con el fin de proporcionar el máximo confort, seguridad y rendimiento eficiente.

La empresa de celulosa y papel objeto de este estudio fue fundada en 1924, y su desarrollo siguió las tendencias de la revolución industrial en Brasil, cuando se establecieron los métodos de organización del trabajo.

El sector de producción de celulosa y papel en Brasil contribuye significativamente al desarrollo económico y tecnológico del país y a sus diversas etapas de fabricación, desde la plantación de la plántula de eucalipto, el principal árbol utilizado para la extracción de celulosa, hasta el gofrado del papel.

El término "resmas de papel" es muy utilizado en las industrias papeleras, el cual consiste en la formación de conjuntos empaquetados de hojas de papel, que forma parte de uno de los procesos de acabado final, para posteriormente ser paletizadas y enviadas a los clientes, que en este caso, la mayoría de las veces están compuestas por grandes empresas de la industria gráfica, que requieren hojas de gran formato.

El proceso de empaquetado de resmas de papel, foco de este trabajo, si bien cuenta con algunos pasos automatizados, parte de ellos aún requiere de la intervención manual del trabajador, generando molestias, fatiga y dolor en la región de las extremidades superiores.

De esta manera, Iida (2005) analiza los diversos factores que influyen en el desempeño del sistema productivo y busca reducir sus consecuencias nocivas sobre el trabajador. Así, esta perspectiva busca reducir la monotonía, la fatiga, la repetitividad, la sobrecarga

proporcionando seguridad, satisfacción y salud a los trabajadores, así como entornos cooperativos y motivadores.

La rotación de tareas en este sentido es importante porque permite reducir el tiempo de exposición a los factores de riesgo impuestos por la actividad realizada (Rocha, 2017). Cuando hay rotación de trabajos, pero las otras tareas presentan el mismo patrón biomecánico, no habrá ninguna ventaja biomecánica de la rotación (Batiz et al., 2013).

Couto (2007) prescribe que durante la rotación en las tareas, las demandas de los grupos musculares se alternan, proporcionando una reducción de la sobrecarga existente de las estructuras musculoesqueléticas que antes eran altamente demandadas.

Estas condiciones desfavorables de ambiente e instalaciones físicas repercuten en el cuerpo del trabajador, especialmente en las estructuras musculoesqueléticas más demandadas. El movimiento continuo de las extremidades superiores hace que la viscosidad dentro de las vainas y lechos naturales donde se deslizan tendones, vasos y nervios sea crítica, lo que resulta en fricción entre varias estructuras vecinas, las consiguientes alteraciones funcionales. Estos aspectos biomecánicos desfavorables pueden verse agravados por otros problemas anti-ergonómicos y ambientales, así como por la naturaleza de una mala organización del trabajo (Scopel, 2010).

De acuerdo con la comprensión de Guérin et al. (2001), el análisis ergonómico del trabajo (AET) permitirá diagnosticar y corregir una situación real de trabajo, posibilitando su transformación. También analizará las actividades de una tarea determinada, relevando los datos sobre los objetivos, los resultados esperados del trabajo, la comprensión del trabajo tal como se realiza realmente, las dificultades encontradas y las estrategias utilizadas para superarlas. Finalmente, los datos recogidos permiten formular hipótesis de trabajo que guían las direcciones a seguir.

El método DUET es una nueva herramienta para evaluar el riesgo ergonómico, asociado a tareas que involucran las extremidades superiores distales, validada por la comunidad científica en 2017. Se basa en la teoría que evalúa el daño acumulativo de estas estructuras musculoesqueléticas, sometidas a un estrés repetitivo. Esto requiere solo dos datos sobre cada tarea que involucra la extremidad superior: 1) una evaluación de la intensidad del esfuerzo para cada tarea;

2) el número de repeticiones de tareas durante la jornada laboral (Gallagher et al., 2017).

La clasificación de la intensidad del esfuerzo se puede obtener de diferentes maneras,

sin embargo, en el método DUET se utiliza la clasificación subjetiva del esfuerzo de la escala OMNI-RES, que según Robertson et al. (2003) debe instruir al trabajador a cuantificar el intensidad de esfuerzo, tensión, malestar y/o fatiga que, a la vista de su percepción durante la ejecución de esta tarea, guiada por la escala de 0 a 10 puntos, proporcionada por el evaluador, siendo 0 extremadamente fácil y 10 extremadamente difícil.

El método TOR-TOM es un instrumento de evaluación de riesgos ergonómicos, aplicado en diversos escenarios laborales, sin embargo, ha sido más utilizado en actividades con requisitos manuales. Establece una relación entre la Tasa de Ocupación Real (TOR) del trabajador en una determinada actividad a lo largo de su jornada laboral y la Tasa Máxima de Ocupación (TOM) que debería existir en la actividad, estableciendo límites de seguridad y contribuyendo a orientar la gestión de soluciones (Nogueira, 2012).

Couto (2014) explica que el método TOR-TOM evalúa los requisitos ergonómicos instituidos en las diversas tareas y actividades, así como evalúa la efectividad o no de los mecanismos de regulación aplicables a las mismas, permitiendo definir la existencia o no de riesgo ergonómico y límites de seguridad para la demanda laboral.

Así, se compara el TOR con el TOM, según Couto (2014), interpretando el resultado de la siguiente manera:

- Cuando el TOR es inferior al TOM, tenemos una situación de trabajo segura, es decir,  $TOR < TOM$ , sin riesgo ergonómico.
- Cuando TOR es igual a TOM, indica que es probable que se produzcan molestias en personas susceptibles, es decir,  $TOR = TOM$ , al límite, pero aún sin riesgo ergonómico.
- Cuando el TOR está muy por encima del TOM, es muy probable que el trabajador ya tenga alguna implicación por sobrecarga, es decir,  $TOR > TOM$ , un riesgo ergonómico.

Por lo tanto, también se observa en los estudios de Oliveira (2005) que la ergonomía tiene un carácter eminentemente interdisciplinario. Su práctica está constituida en parte por aspectos organizativos y al mismo tiempo se relaciona con diversas tecnologías, donde su resultado se traduce en dispositivos técnicos (diseño de herramientas, máquinas, espacios y equipos), que pueden ser utilizados con la máxima comodidad, seguridad y eficacia, así como en la mecanización y automatización.

En el caso de los equipos llamados manipuladores de carga, fueron desarrollados para ayudar en la fabricación y manejo de materiales en general. Sus numerosos modelos están

fabricados para realizar sus funciones según el tipo de producto a mover. Se manejan sin esfuerzo innecesario y dependen del rendimiento de los trabajadores, los manipuladores también son soluciones que, cuando están bien planificadas, contribuyen positivamente a los aspectos ergonómicos en un lugar de trabajo determinado (Seman, 2019).

Estos dos enfoques, el organizativo y el tecnológico, se complementan y no deben coexistir por separado. Actualmente forma parte de una visión global de la relación entre los trabajadores y su trabajo. Sin embargo, la motivación principal de este estudio fue anticipar soluciones que sean efectivamente capaces de minimizar el riesgo ergonómico, hasta el punto de reducir los riesgos a niveles aceptables, de manera que no causen daños a la salud y seguridad de los trabajadores.

### **Gol**

Evaluar dos sistemas de rotación, uno anterior y otro actual, buscando verificar que la rotación de puestos, tal como se practica actualmente, está asegurando, de hecho, que no existe riesgo ergonómico.

### **Objetivos secundarios**

Estudiar el sistema de rotación anterior para el cual no había certeza en cuanto a su efectividad; estudiar la rotación que se practica actualmente, considerando que se han instituido soluciones capaces de reducir el esfuerzo cuando no se realiza la actividad principal; y pruebe la eficacia de la rueda utilizando dos herramientas ergonómicas.

### **Método**

Principalmente, este trabajo comenzó con un análisis ergonómico del proceso de empaquetado de resmas de papel, antes de las mejoras implementadas en las actividades secundarias de este proceso.

A continuación, se llevó a cabo una segunda evaluación ergonómica, considerando ahora la implementación de manipuladores de carga en actividades secundarias, incluyendo el cálculo del TOM en las tareas de rotación, actualmente practicadas con los manipuladores.

También se llevó a cabo la temporización diurna típica (DTC), donde el DTC 1 considera cómo se hizo y el DTC 2 considera cómo se hace hoy, con la implementación de mejoras.

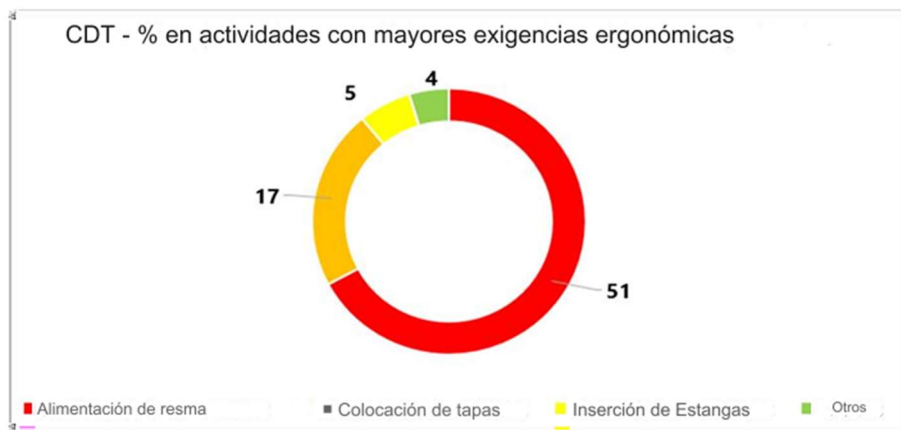
El presente estudio concluye si existe efectividad de la rotación en las tareas, o no, considerando el método TOR-TOM y el método DUET.

### Desarrollo

El tiempo típico del día (DTC) antes y después de la implementación de los manipuladores de carga no cambió.

La actividad de alimentación de resmas se consideró primaria y con mayor exigencia ergonómica, mientras que las actividades de colocación de tapas de madera e inserción del eje de tanga en la bobina de embalaje kraft se consideraron secundarias.

El siguiente gráfico representa las actividades mencionadas anteriormente durante el horario típico del día:



**Gráfico 1:** Temporización de un día típico.

Considerando el método DUET en relación a CDT1, antes de la implementación de los manipuladores, obtuvimos los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

The Distal Upper Extremity Tool				
Task #	OMNI-RES Scale	Repetitions (per work day)	Damage (cumulative)	% Total (damage)
1	8: Hard	2160	2.27608	97.4
2	8: Hard	40	0.04215	1.8
3	10: Extremely Hard	2	0.01942	0.8
			<b>Total Cumulative Damage:</b>	<b>2.33766</b>
			<b>Probability of Distal Upper Extremity Outcome (%):</b>	<b>70.0</b>

**Tabla 1:** Resultados del método DUET, considerando CDT1.

Siendo: tarea 1: Alimentación de resmas; tarea 2: Colocación de tapas; tarea 3: Inserción de estaño.

La combinación de estas tres tareas conduce a una probabilidad combinada del 70% para los trastornos musculoesqueléticos de la extremidad superior distal. Actividad de alto riesgo.

Además, tenga en cuenta que la tarea "1", alimentación de resmas, representa aproximadamente el 97,4% del daño total de la jornada laboral.

Todavía en relación con el método DUET, ahora considerando CDT2, luego de la implementación de los manipuladores en las actividades secundarias, obtuvimos los

The Distal Upper Extremity Tool

Task #	OMNI-RES Scale	Repetitions (per work day)	Damage (cumulative)	% Total (damage)
1	8: Hard	2160	2.27608	100.0
2	4: Somewhat Easy	40	0.0005	0.0
3	3	2	1e-05	0.0

resultados que se presentan a continuación:

<b>Total Cumulative Damage:</b>	<b>2.27659</b>
<b>Probability of Distal Upper Extremity Outcome (%):</b>	<b>69.8</b>

**Tabla 2:** Resultados del método DUET, considerando CDT2.

Siendo: tarea 1: Alimentación de resmas; tarea 2: Colocación de tapas; tarea 3: Inserción de estaño.

Después de la implantación de los manipuladores en actividades secundarias, la combinación de estas tres tareas conduce a una probabilidad combinada del 69,8% para los trastornos musculoesqueléticos de la extremidad superior distal. La actividad sigue siendo de alto riesgo, según el método DUET, sin embargo, se observa que las actividades secundarias ya no representan un riesgo para la integridad física de los trabajadores.

La tarea "1", alimentación de resmas, es responsable del 100% de los daños totales de la jornada laboral.

Sin embargo, el método DUET indica claramente que la tarea primaria (alimentación de resma) representa un alto riesgo de lesión en las extremidades superiores de la extremidad distal y que merece atención en la dirección de los planes de acción, además de la rotación ya

implementada y los manipuladores de carga en actividades secundarias.

Durante el análisis junto con los trabajadores, imaginamos una situación hipotética, pero que se podía hacer viable, en la que simulamos reducir el esfuerzo a "un poco fácil" en la escala subjetiva de fuerza de OMNI. En este caso, el riesgo de la actividad principal se consideraría moderado.

Tras estas observaciones y simulaciones, los propios trabajadores rescataron un recurso utilizado anteriormente, una "**pistola**" **neumática**, que durante muchos años, por problemas de mantenimiento y regulación del aire comprimido, ya no se utilizaba. Este plan de acción no será el objetivo y objeto de este estudio, sino que compondrá la lista de planes de acción como algo mejorable y ajustado, con el potencial de ser una acción de baja complejidad.

Cuando aplicamos el método TOR-TOM en CDT1 (antes de la implementación de las mejoras), encontramos los siguientes resultados:

TOR (Tasa de Ocupación Real)	TOM (Tasa Máxima de Ocupación)	TOR-TOM
<b>75%</b>	<b>72,7%</b>	<b>+2,3%</b>

**Tabla 3:** Resultados del método TOR-TOM, considerando CDT1.

En este caso, malestar, dificultad y fatiga, sobre todo en las personas más susceptibles o en una variación del tipo de producción.

En la observación de CDT2 (después de la implementación de las mejoras), siempre utilizando el método TOR-TOM, encontramos los siguientes resultados:

TOR (Taxa de Ocupação Real)	TOM (Taxa de Ocupação Máxima)	TOR-TOM
<b>75%</b>	<b>75,5%</b>	<b>-0,5%</b>

**Tabla 4:** Resultados del método TOR-TOM, considerando CDT2.

En esta condición, es poco probable que ocurra molestias, dificultades o fatiga. Actividad con bajo riesgo ergonómico, pero con probabilidad de quejas en determinados picos de producción.

En una entrevista con los empleados, la percepción de la rotación, tal y como se practica actualmente, coincide con el resultado de TOR-TOM. Las quejas ya no están relacionadas con las tareas, sino con episodios puntuales de demandas de resmas con mayor



peso (entre 25 y 30 kg).

### **Discusión**

Es importante prestar atención a algunas precauciones para que la rotación funcione correctamente en todos los aspectos de su interfaz. Couto (2014) señala algunas de ellas: igualdad salarial entre los trabajadores; anticipar la posibilidad de problemas de calidad; La rotación debe tener alternancia de grupos musculares y con tareas de alta a baja exigencia ergonómica, incluso en casos de alta carga mental.

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (TMSM) se caracterizan por la aparición de varios síntomas concomitantes o no concomitantes, como dolor, parestesia, sensación de pesadez y fatiga, que según Scopel (2010), suelen ser de apariencia insidiosa y afectan principalmente a los miembros superiores y pueden tener una connotación neuroortopédica, en estos casos, definida como tenosinovitis, sinovitis, compresiones nerviosas periféricas, puede causar incapacidad laboral temporal o permanente.

Sabemos que los trastornos musculoesqueléticos tienen causas multifactoriales, que van mucho más allá de los dos datos solicitados en el método DUET (intensidad de esfuerzo y repetición), sin embargo, a pesar de ser una herramienta recientemente validada, los estudios y estudios ya realizados muestran una relación y éxito significativos en la identificación de trabajos peligrosos para los miembros superiores.

En este sentido, el índice TOR-TOM proporciona a los profesionales interesados en la ergonomía una visión estratégica con un sesgo en la corrección de los desajustes laborales, que en casos de éxito aumenta el TOM relacionado con la productividad, o en casos de inviabilidad técnica de acciones más robustas en el campo de la ingeniería, los profesionales podrán dimensionar el tiempo en tareas de baja exigencia ergonómica y habilitar mecanismos de regulación adecuados (Couto, 2012).

### **Conclusión**

Ambos métodos, DUET y TOR-TOM, indican que la rotación tal como se practica actualmente, utilizando manipuladores de carga en actividades secundarias, ha mejorado las condiciones de trabajo, haciéndolas biomecánicamente favorables.

Sin embargo, de acuerdo con el método DUET, la actividad primaria de la alimentación de resmas todavía se caracteriza como una tarea de alto riesgo ergonómico y,

por lo tanto, indica la necesidad de dirigir los esfuerzos para mejorar los aspectos de repetición y fuerza, en un intento de reducirlos.

Por otro lado, el método TOR-TOM, que además de abarcar los criterios evaluados en el DUET, también considera los mecanismos de regulación de la actividad, mostró un resultado diferente en cuanto al riesgo ergonómico, clasificándolo como bajo. En este sentido, la aparición de molestias, dificultades o fatiga es poco probable, excepto en episodios puntuales de picos de producción.

Sin embargo, podemos afirmar que la rotación tal como se practica actualmente ha mejorado las condiciones de trabajo desde el punto de vista ergonómico, pero que no se pueden descuidar otras acciones para mejorar la actividad principal, ya que, en línea con las premisas de la jerarquía de gestión de riesgos, la eliminación del factor fuerza y repetición asegurará de manera sostenible la ausencia de trastornos musculoesqueléticos en los miembros superiores.

## **Referencias**

- Batiz, E. C., Nunes, J. I. S., & Licea, O. E. A. (2013). Prevalência dos sintomas musculoesqueléticos em movimentadores de mercadorias com carga. v. 23, n. 1, São Paulo.
- Couto, H. A. (2014). Ergonomia do corpo e do cérebro no trabalho: os princípios e a aplicação prática. Belo Horizonte: ERGO Editora.
- Couto, H. A. (2012). Índice TOR-TOM. As 25 aplicações práticas na análise ergonômica, na avaliação do risco ergonômico, na prescrição de ações corretivas e no gerenciamento da produtividade segura. 2 Ed. Belo Horizonte: Ergo Editora.
- Gallagher, S., Schall, M. C., & Sesek, R. (2017). Validation of A Fatigue Failure-based Risk Assessment Tool For Distal Upper Extremity MSDs. Auburn, AL.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2001). Compreender o Trabalho para Transformá-lo: a Prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher.
- Iida, I. (2005). Ergonomia: Projeto e Produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- Melo, A. L., Freitas, B. R., Costa, G. B., Costa, N. C. O. (2011). O contexto ergonômico e suas interações nos mecanismos da filosofia just in time de produção. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual. Belo Horizonte.

Ministério do Trabalho e Emprego. Consulta da Norma Regulamentadora 17. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2021.pdf>.

Nogueira, W. R. M. (2012). A avaliação do risco ergonômico em operações manuais de montagem – uma análise comparativa entre o Moore-GargStrain Index e o índice Tor-Tom no Polo Industrial de Manaus. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Belém.

Oliveira, P. A. B. Ergonomia e a organização do trabalho: o papel dos espaços de regulação individual e social na gênese das LER/DORT. Disponível na internet [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/periodicos/boletim\\_saude\\_v19n1.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/periodicos/boletim_saude_v19n1.pdf)

Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. Center for Exercise and Health-Fitness Research, Department of Health and Physical Education. Pittsburgh.

Rocha, R. Atividade coletiva na redução da carga de trabalho: Uma articulação entre regulações quentes e frias. Rev. bras. saúde ocup. 2017, 42, 1–13. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000005316>

Scopel, J. (2010). Dor osteomuscular em membros superiores e casos sugestivos de LER/DORT entre trabalhadores bancários. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS.

SEMAN. Soluções inteligentes em manipulação de carga. Disponível na internet [http://www.seman.com.br/materias/manipuladores-pneumaticos/#projects\\_widget-2-0-0-dispositivos-pneumaticos](http://www.seman.com.br/materias/manipuladores-pneumaticos/#projects_widget-2-0-0-dispositivos-pneumaticos)