

Bortolozzo, E.A.F.Q.; Santos, C.B.; Pilatti, L.A. y Canteri, M.H.G. (2017). Validez del cuestionario internacional de actividad física por correlación con podómetro / Validity of International Questionnaire of Physical Activity by Correlation with Pedometer. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, vol. 17 (66) pp. 397-414.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista66/artcorrelacion811.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista66/artcorrelacion811.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.66.012>

ORIGINAL

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA POR CORRELACIÓN CON PODÓMETRO

VALIDITY OF INTERNATIONAL QUESTIONNAIRE OF PHYSICAL ACTIVITY BY CORRELATION WITH PEDOMETER

Bortolozzo, E.A.F.Q.¹; Santos, C.B.²; Pilatti, L.A.³ y Canteri, M.H.G.⁴

¹ Licenciada en Nutrición. Máster en Ciencias Farmacéuticas. Doctora en Ingeniería de Producción por la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Brasil. Bolsista de la Capes – Protocolo: 4284/14-3. Mail: bortolozopg@gmail.com

² Licenciado en Educación Física. Máster en Ingeniería de Producción. Doctor en Ingeniería de Producción por la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Brasil. Mail: bilynievycz@globo.com

³ Licenciado en Educación Física. Doctor en Educación Física. Bolsista de Productividad en Investigación, CNPq. Profesor del Programa de Ingeniería de Producción de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Campus Ponta Grossa, Brasil. Mail: lapilatti@utfpr.edu.br

⁴ Licenciada en Farmacia y Bioquímica. Máster y Doctora en Tecnología de Alimentos por la Universidad Federal de Paraná. Doctora en *Sciences Agronomiques* por la Université d'Avignon et Pays de Vaucluse. Profesora del Departamento de Alimentos y del Programa de Postgrado en Ingeniería de Producción de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, Campus Ponta Grossa, Brasil. Mail: canteri.mhg@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Gracias, CAPES, por la inversión financiera en forma de beca en el Programa de Ingeniería de Producción de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná.

Código UNESCO / UNESCO code: 3212 Salud Pública / Public Health, 3206

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification: 17. Otras: Actividad Física y Salud / Other: Physical Activity and Health

Recibido 29 de octubre de 2014 **Received** October 29, 2014

Aceptado 2 de marzo de 2015 **Accepted** March 2, 2015

RESUMEN

El estudio tiene por objetivo verificar la validez del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) por medio de correlación con otro instrumento de medida de gasto energético (GE) y nivel de actividad física (NAF). Los datos fueron analizados por medio del teste de correlación y técnicas de *Data Mining*. Fueran observadas correlaciones significativas ($p < 0,001$) de los números de pasos con las calorías ($r=0,76$; $0,80$) y escala de clasificación de NAF ($r=0,93$; $0,71$), involucrando respectivamente el Podómetro y el IPAQ. Lo mismo ha sucedido entre el número de calorías ($r=0,83$) y escala ($r=0,67$), por los mismos procedimientos. Se ha constatado elevada correlación entre el IPAQ y el podómetro, resultando en modelos de clasificación con grado de predicción de hasta $84,10\%$ ($r=0,917$) de la variable dependiente, con capacidad de predicción del GE y NAF a través del IPAQ, con base en el número de pasos mensurados por el podómetro.

PALABRAS CLAVE: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). Podómetro. Gasto energético. Actividad física

ABSTRACT

The goal of this study is to verify the validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) through correlation with another instrument to measure energy expenditure (EE) and level of physical activity (PAL). The data was analyzed using correlation and data mining. Significant correlations ($p < 0.001$) were observed for the number of steps with calories ($r=0.76$; 0.80) and the rating scale of PAL ($r=0.93$; 0.71), involving the pedometer and the IPAQ, respectively. The same occurred between the number of calories ($r=0.83$) and scale ($r=0.67$), for the same procedures. A high correlation was found between the use of the IPAQ (long version) and the pedometer, resulting in classification models with a degree of prediction of up to 84.10% ($r=0.917$) of the dependent variable, with the ability to predict EE and PAL through the IPAQ from the number of steps measured by the pedometer.

KEYWORDS: International Physical Activity Questionnaire (IPAQ); pedometer; energy expenditure; physical activity.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tales como obesidad, diabetes y enfermedad cardiovascular, representan 60% de las causas de mortalidad en el mundo, siendo que en países de baja renda el índice puede elevarse a 80% ¹. Frente a este panorama, es incontestable la importancia de la evaluación de los factores de riesgo, como la práctica de actividad física (AF), para control ambiental del desarrollo de esas enfermedades².

El cambio del estilo de vida, decurrente de la urbanización, de la industrialización y del avance tecnológico, ha resultado en reducción del gasto energético (GE) en la realización de diversas actividades habituales, en el ambiente de trabajo, en el uso del transporte, o hasta en momentos de ocio, hecho que genera un régimen de vida más sedentario y aumento de la incidencia de obesidad y otras enfermedades degenerativas^{3,4,5}.

La literatura apunta la relación entre bajo nivel de actividad física (NAF) y aumento del índice de masa corporal (IMC), circunferencia de la cintura, presión arterial diastólica y espesor de la carótida^{6,7,8,9}. De forma similar, el aumento de la AF puede estar asociado con la reducción del riesgo de diversas enfermedades, incluyendo hipertensión arterial, enfermedad arterial coronaria, accidente vascular cerebral y resistencia a la insulina^{10,11}.

La mantenido de la salud requiere que adultos saludables, de 18 la 65 años de edad, practiquen AF aeróbica moderada (resistencia), por un período mínimo de 30 minutos, en cinco días por semana; o actividad aeróbica más intensa, por un mínimo de 20 minutos, en tres días por semana^{12,13}.

El dispendio de energía o GE total se refiere a tres componentes: tasa metabólica basal, efecto térmico de los alimentos y gasto energético en la actividad física (GEAF), siendo este la más grande fuente de variación. Otro ítem a considerarse cuando se estima la cantidad de energía despendida, sobre todo en función del movimiento, es la masa corporal del individuo¹⁴.

En la identificación de factor de riesgo para ECNT, teniendo en cuenta el GE y el NAF, se utilizan diversos métodos, sea en la clínica o en estudio de campo. La elección depende del número de individuos que serán evaluados, del costo del proceso y de la inclusión de diferentes edades. Se clasifican como indicadores fisiológicos: calorimetría, sensores de movimiento e instrumentos de anamnesis. Los primeros son los de mejor confiabilidad, costo y complejidad, en cuanto que los dos últimos presentan más viabilidad operacional y económica^{15,16}.

Los cuestionarios de anamnesis son herramientas de bajo costo, se basan en recordatorio y autorrelato, como el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), en sus versiones larga y corta, en los dominios referentes al trabajo, transporte, actividades domésticas y ocio. El IPAQ fue inicialmente propuesto por un grupo participantes de una reunión científica realizada en Ginebra/Suiza, en 1998, y después validado en doce países^{15,17,18}. Aunque ampliamente utilizado, presenta limitaciones en lo que se refiere a la eventual imprecisión de las informaciones suministradas por el respondiente y de correlaciones más pequeñas, cuando comparado con instrumentos de medición objetiva^{19,20}. Además, el IPAQ ha sido más aplicado para clasificación de NAF y, en menor escala, para estimar el GEAF.

Teniendo en cuenta que el IPAQ puede súper-estimar o subestimar los resultados de GEAF y tasas de inactividad, se indica su utilización en conjunto con un instrumento de movimiento, como los podómetros o acelerómetros^{21,22}. Según Basset Jr²³, el podómetro puede ser indicado como criterio de medida para validar cuestión relacionada a la distancia recorrida, en el caso de que se apliquen recordatorios de NAF.

El podómetro, instrumento de medición del gasto energético, consiste de un sensor de movimiento que monitorea el número de pasos/día. Su coste es reducido, comparado con otros instrumentos, tales como los monitores de frecuencia cardíaca y acelerómetros²⁴. Su utilización se ha mostrado eficaz, en función de su respuesta rápida para medida de distancia recorrida y calorías gastadas²⁵. Presenta, sin embargo, algunas restricciones, tales como la falta de evaluación de la intensidad y tempo de la actividad²⁴. Asimismo, ha sido frecuentemente seleccionado como medidor de caminata y en la evaluación de programas de intervención, al mismo tiempo en que es menos evidente su aplicabilidad para identificar NAF y GE durante actividades físicas habituales.

Pesquisas para investigación de NAF o para evaluación de programas de intervención han utilizado el IPAQ y el podómetro en conjunto como protocolo para reducir el error en el diagnóstico^{26,27}. Sin embargo, teniendo en cuenta que muchos estudios encontraron baja correlación entre estimativas de NAF al comparar los resultados obtenidos por cuestionarios de autorrelato e instrumentos de medición, tales como el podómetro^{28,29}, se justifican nuevas investigaciones para validación del IPAQ y correlaciones con el podómetro.

Teniendo en cuenta la importancia del diagnóstico preciso de NAF como subsidio para la implantación de medidas preventivas de controle de las ECNTs entre la población; y también con vistas a monitorear su eficacia, este estudio tiene como objetivo verificar la validez del IPAQ por medio de correlación con otro instrumento de medida de gasto energético y nivel de actividad física, además de proponer un modelo de predicción utilizando técnicas de *Data Mining* de Clasificación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestreo

Se trata de un estudio observacional, con delineamiento transversal, involucrando la participación de 118 adultos, de ambos sexos, trabajadores del sector industrial del municipio de Ponta Grossa, Paraná – Brasil, que han atendido a los siguientes criterios: edad entre 18 y 55 años; nivel escolar mínimo de 5º año de enseñanza básica; vínculo laboral en industria.

Se ha calculado el dimensionamiento de la muestra con base en la propuesta de Triola³⁰, utilizándose la ecuación ($n=1,96 \times \text{desvío-estándar/error}$). Se ha

considerado desvío estándar de 3,430 y margen de error de 650, con base en resultado precedente³¹. Con nivel de significancia de 0,05, se ha inferido que el tamaño mínimo de la muestra sería de 107 participantes.

Reclutamiento y Procedimientos

Después de la aprobación del estudio por el Comité de Ética en Investigaciones con Seres Humanos de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (CAAE 14331813.0.0000.5547 - Parecer de aprobación 361.283), se hizo la invitación, seguida de explicación sobre los objetivos de la investigación. Los sujetos que aceptaron participar de forma voluntaria del estudio y atendieron a los criterios de inclusión firmaron un termo de consentimiento libre y esclarecido.

Se realizó entrevista individual, para fines de colecta de datos personales (edad y sexo) y antropométricos. Las medidas antropométricas (masa y estatura) fueron calibradas según protocolo de Onis et al.³². Para verificar el Índice de Quelet, o índice de masa corpórea (IMC), se ha dividido la masa corporal del individuo, en quilos, por el cuadrado de la su altura en metros³³. Se ha efectuado la clasificación del estado nutricional con base en el IMC, de acuerdo con criterios de la Organización Mundial de la Salud, con encuadramiento en bajo peso (IMC < 18,5kg/m²), eutrófico (IMC entre 18,5-24,9kg/ m²), sobrepeso (IMC entre 25,0-29,9kg/ m²) y obeso (IMC ≥30,0kg/ m²)³⁴.

Procedimientos IPAQ

Se ha aplicado el IPAQ – versión larga 8 - adaptado para la población brasileña¹⁷, con base en datos obtenidos en entrevista individual, estructurada y estandarizada, manteniéndose el mismo guion con todos los entrevistados. El IPAQ posibilita mensurar el Equivalente Metabólico (MET) de las actividades físicas en los dominios trabajo, transporte, tareas domésticas y ocio. Para tanto, se ha multiplicado el tiempo despendido (en minutos) por una constante referente a actividad y al dominio, conforme valores propuestos por Heymsfield³⁵ y Ainsworth³⁶ (Tabla 1). El cálculo total se ha obtenido por la suma de los escores de cada dominio.

Tabla 1. Equivalente metabólico en los diferentes dominios del Cuestionario Internacional de Calidad de Vida

Dominio	Actividad	MET
Trabajo	Caminada	3,3
	Actividad moderada	4,0
	Actividad vigorosa	8,0
Transporte	Caminada	3,3
	Bicicleta	6,0
Actividad doméstica	Moderada (dentro de casa)	3,3
	Moderada (fuera de casa)	4,0
	Vigorosa	5,5
Tiempo libre	Caminada	3,3
	Moderada	4,0
	Vigorosa	8,0

Fuente: adaptado de Heymsfield³⁵; Ainsworth³⁶.

Para determinar el gasto calórico de la AF en kilocalorías (kcal), se ha multiplicado el total de MET por la masa corpórea, en kilogramos, y por la duración en horas de la AF (MET x masa en kilogramo x duración en horas)^{35,36}. Se ha considerado la masa ideal con base en el IMC = 22 kg/m².

Para la clasificación de NAF, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el IPAQ, se ha calculado el total de AF en minutos por semana, incluyendo actividades de caminada, moderadas y vigorosas. Los participantes han sido clasificados en los niveles: físicamente muy activos, activos, irregularmente activos y sedentarios, de acuerdo con modelo propuesto por el Centro Coordinador del IPAQ en Brasil¹⁵.

Procedimientos para monitoreo de los movimientos con el Podómetro

Se ha realizado el monitoreo con el podómetro (*Yamax Giji Walker SW – 700*) en cinco días consecutivos, considerando el período comprendido desde el inicio de las actividades laborales del primer día hasta el fin de la jornada de trabajo del quinto día. Se ha ajustado confortablemente el aparato a la cintura del voluntario, por medio de un cordón de algodón, en la altura de las caderas. Cada participante ha recibido entrenamiento individualizado previo y una ficha para anotación de los días y horarios de utilización, bien como del total de pasos registrados por el instrumento. Los valores fueron obtenidos en kcal, de acuerdo el número de pasos y masa del individuo, considerándose como promedio 0,55 kcal/kg/paso.

Se clasificaron los participantes en cuatro categorías de NAF, teniendo en cuenta el promedio diario de pasos: sedentario y baja actividad (<7.499 pasos); poco activo (7.500-9.999 pasos); activo (10.000-12.499 pasos) y altamente activo: ≥ 12.500 pasos)³¹.

Procedimientos estadísticos y de Data Mining

Se sometieron los datos de las variables numéricas al test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, indicando la utilización de un teste de correlación paramétrico de Pearson. Las variables categóricas y numéricas fueran sometidas a técnicas de *Data Mining*, en un proceso de *Knowledge-Discovery in Databases (KDD)*³⁷, a través del software WEKA, con nivel de significancia de 95%.

La reducción de dimensionalidad en la etapa anterior al procesamiento de *Data Mining* fue basada en algoritmos de Selección de Atributos, entre eles *CFS*³⁸ y *Relief F Attribute Eval*^{39,40,41}.

Para solución de los problemas de KDD de predicción y descripción, se utilizaron, respectivamente, técnicas de *Data Mining* de Clasificación y Reglas de Asociación. Se aplicaron técnicas de Clasificación a través de algoritmos de árbol de decisión: M5P, desarrolladas por Quinlan^{42,43}, implementadas por Wang y Witten⁴⁴. Se aplicó la técnica de Reglas de Asociación a través del algoritmo Apriori, desarrollado por Agrawal y Srikant⁴⁵, adaptado y expandido por Ma⁴⁶.

Para el estudio de la correlación de la clasificación de NAF, con base en el IPAQ y en el podómetro, se determinaron las diferentes clases, de acuerdo con la siguiente escala: sedentario y baja actividad (1 punto); poco activo o irregularmente activo (2 puntos); activo (3 puntos); altamente activo o muy activo (4 puntos).

RESULTADOS

La edad media verificada entre los participantes se ha ubicado en 33 años ($\pm 10,13$) para los hombres y en 30 años ($\pm 10,01$) para las mujeres. La proporción entre los géneros ha alcanzado un 72,2% de hombres ($n=86$), para 27,72 % de mujeres ($n=33$).

Cuanto al IMC, el promedio ha sido de $26,61 \text{ m}^2 (\pm 4,85)$ para los hombres y $25,61 \text{ m}^2 (\pm 5,25)$ para las mujeres; no se observó diferencia significativa entre los géneros ($p>0,05$). No obstante, cuanto al sobrepeso, los valores medios de IMC demostraron prevalencia de 31,0% entre las mujeres y 42,0% entre los hombres. Se consideraron obesas el 16,0% de las mujeres y un 19,0% de los hombres.

La Tabla 2 presenta la estadística descriptiva de los datos referentes al número de pasos y calorías, calibrados por el podómetro y por el IPAQ.

Tabla 2. Estadística Descriptiva del número de pasos y gasto calórico obtenidos a través del podómetro y del Cuestionario Internacional de Actividad Física en adultos, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2014

Estadística Descriptiva de Resumen (n=118)	Pasos	Calorías		Escala*	
		Podómetro	IPAQ	Podómetro	IPAQ
Promedio	11.411,31	583,81	657,81	2,30	2,64
Desvío estándar	6.253,71	419,34	545,05	1,14	0,83
Mínimo	609	72	0	1	1
Máximo	26.403	3069	2337,20	4	4

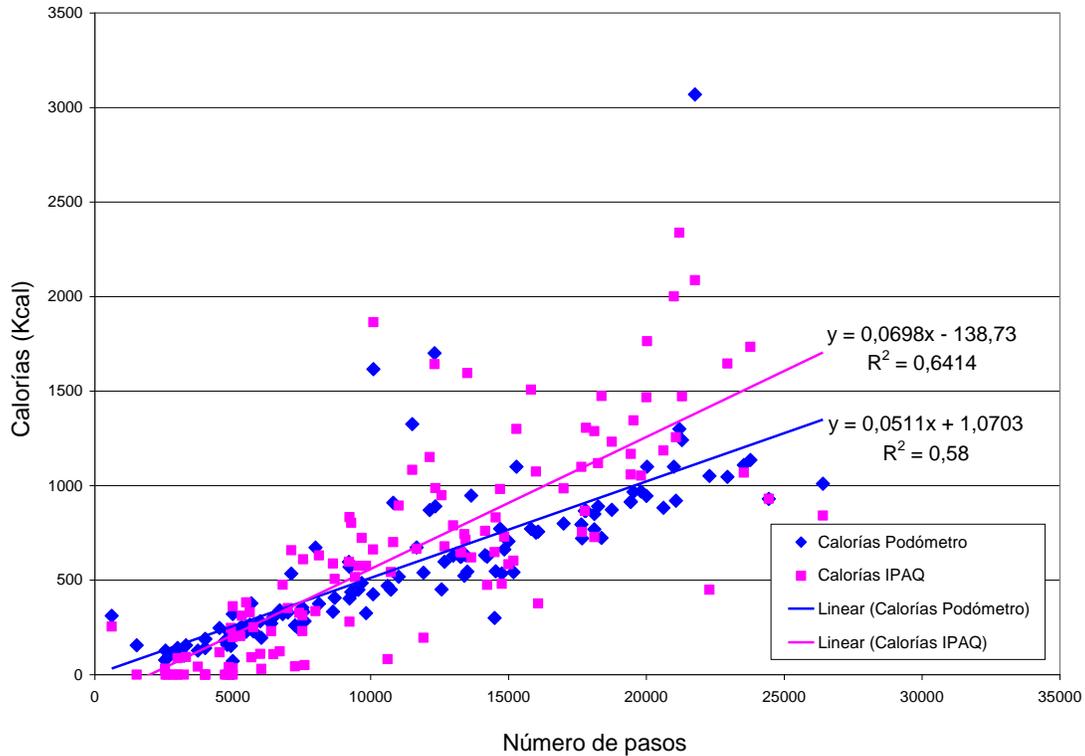
*sedentario y baja actividad (1 punto); poco activo o irregularmente activo (2 puntos); activo (3 puntos); altamente activo o muy activo (4 puntos)

La Tabla 3 demuestra correlaciones fuertes ($r > 0,6$) y significativas ($p < 0,001$) de números de pasos con las calorías ($r = 0,76$; $0,80$) y escalas ($r = 0,93$; $0,71$), involucrando, respectivamente, el podómetro y el IPAQ; y entre el número de calorías ($r = 0,83$) y escalas ($r = 0,67$), por los mismos procedimientos.

En la Figura 1 constan dos modelos de regresión lineal para predicción de calorías, con base en el número de pasos. Los valores estimados por los podómetros, referentes al consumo de calorías, presentaron un coeficiente de determinación de 58% ($R^2 = 0,58$), a través de la siguiente ecuación: $y = 0,0511x + 1,0703$. Con base en la ecuación: $y = 0,0698x - 138,72$, es posible predecir las calorías consumidas, con 64,14% de capacidad de explicar la variancia de la variable dependiente ($R^2 = 0,6414$).

Tabla 3. Correlación entre las variables: Número de Pasos x Calorías x Escalas

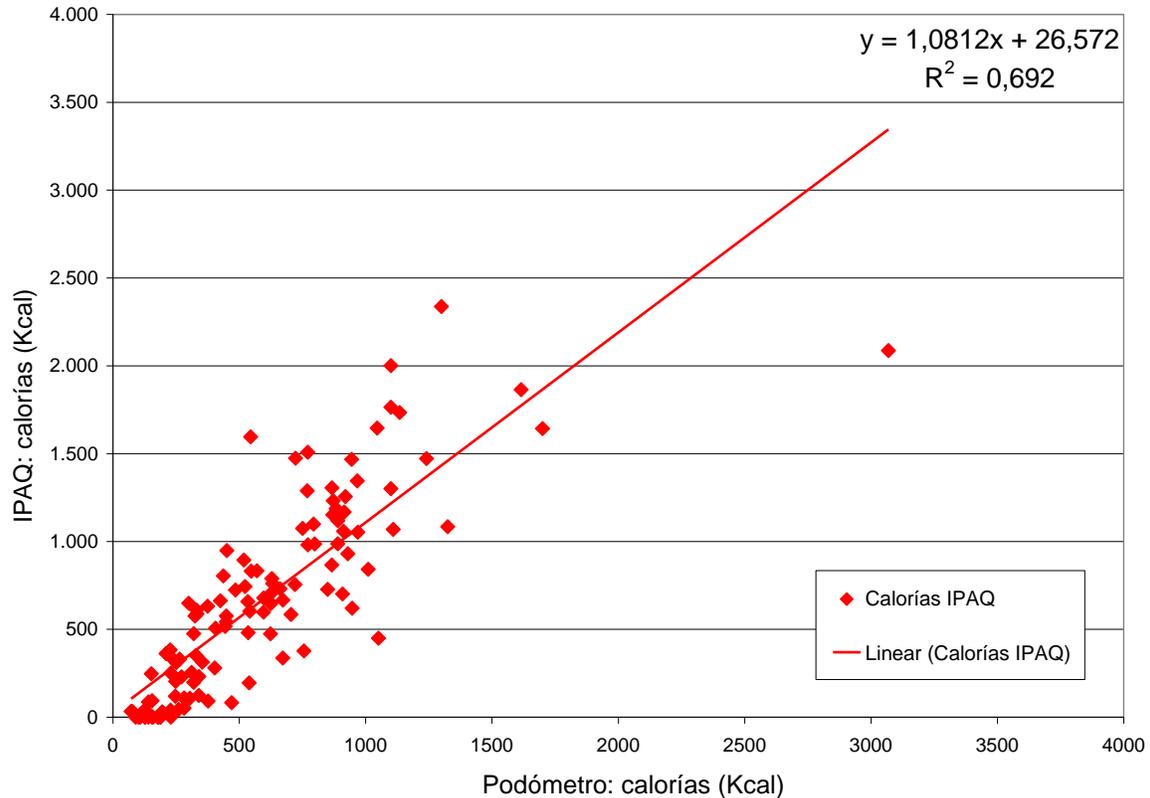
Correlación Pearson ($p < 0,001$)	Número de Pasos	Calorías		Escalas de NAF		
		Podómetro	IPAQ	Podómetro	IPAQ	
Número de Pasos	1					
Calorías	Podómetro	0,76	0,76	1		
	IPAQ	0,80	0,80	0,83	1	
Escala de NAF	Podómetro	0,93	0,90	0,70	0,76	1
	IPAQ	0,71	0,68	0,68	0,76	0,67



Nota: coordenada x = variable independiente; coordenada y = variable dependiente

Figura 1. Correlación entre Número de Pasos y Calorías (kcal)

La Figura 2 presenta un modelo de regresión lineal para predicción de calorías (variable dependiente) para el IPAQ, con base en los resultados de consumo calórico registrado en el podómetro, con coeficiente de determinación de 69.20% de la variable dependiente.



Nota: coordenada x = variable independiente; coordenada y = variable dependiente

Figura 2. Correlación entre valores de calorías obtenidos por podómetro y IPAQ

La ecuación $\text{IPAQ (caloría)} = 0,0347 * \text{Pasos} + 0,6868 * \text{podómetro (caloría)} - 139,459$ presenta el modelo de clasificación para predicción de valores del IPAQ, utilizando técnicas de *Data Mining* de clasificación, a través del algoritmo M5P. En el desarrollo del modelo, se utilizaron 66,67% de los registros para entrenamiento y 33,33% para teste, resultando en un modelo con más grande capacidad predictiva que los anteriores ($r = 0,917$).

Se categorizaron los datos con base en la NAF, en los procedimientos utilizados (Podómetro e IPAQ) y, en seguida, sometidos a diferentes algoritmos de Selección de Atributos utilizados en la etapa anterior al procesamiento de la *Data Mining*, contenida en el Proceso de KDD, a través del *Software WEKA*. Se definió como atributo-meta la variable: "Clase de IPAQ", retirándose de la base de datos las variables: "Escala del IPAQ" y "Calorías del IPAQ", en las cuales el atributo-meta poseía dependencia funcional (Tabla 3). La Figura 3 presenta el *ranking* por algoritmos, considerando los resultados atribuidos para las clases de NAF de los diferentes procedimientos. Los resultados fueran organizados en una escala de 0-1, considerando valores próximo de 1 para los atributos con mejor rango por grado de predicción.

Tabla 4. Clasificación del Nivel de Actividad Física y Equivalencia entre las escalas

Selección de Atributos	Atributos Previsores				Atributo Meta
	Podómetro				
	Número de Pasos	Caloría	Clase	Escala	
<i>ChiSquaredAttributeEval</i>	3 ^o	1 ^o	2 ^o	4 ^o	Atributo Meta
<i>ClassifierAttributeEval :(OneR)</i>	3 ^o	1 ^o	2 ^o	4 ^o	
<i>CorrelationAttributeEval</i>	1 ^o	3 ^o	4 ^o	2 ^o	
<i>GainRatiAttributeEval</i>	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	
<i>InfGainAttributeEval</i>	3 ^o	1 ^o	2 ^o	4 ^o	
<i>OneRAttributeEval</i>	2 ^o	1 ^o	3 ^o	4 ^o	
<i>SignificanceAttributeEval</i>	2 ^o	1 ^o	3 ^o	5 ^o	
<i>ReliefFAttributeEval</i>	3 ^o	4 ^o	1 ^o	2 ^o	
<i>SymmetricalUncertAttributeEval</i>	2 ^o	1 ^o	3 ^o	4 ^o	

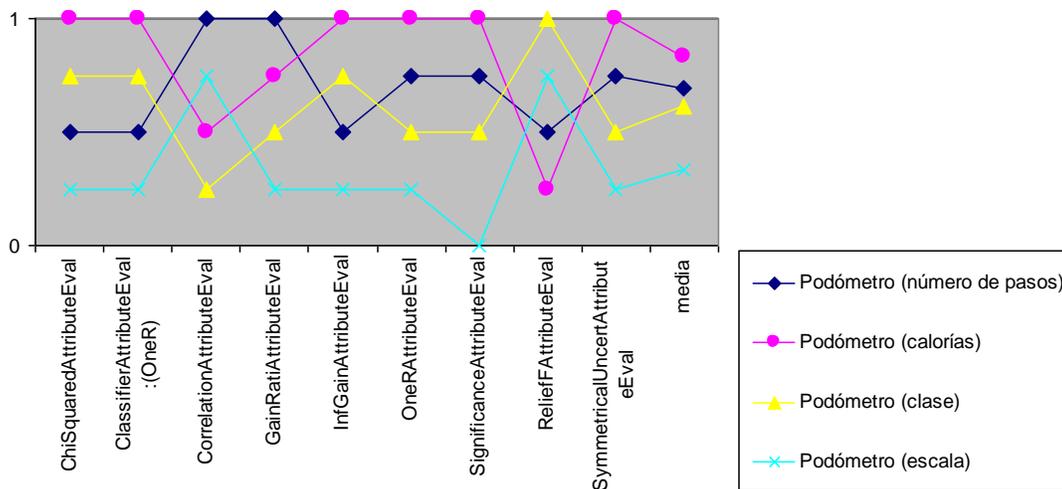


Figura 3. Rango por algoritmos y promedio de las variables del Podómetro, por grado de predicción de clases del IPAQ

Observada la posibilidad de predicción de las clases del IPAQ, con base en las variables del podómetro, se desarrollaron varios modelos a través del algoritmo J48³⁹; entre ellos, el que consta en la Figura 4, con la más grande tasa de acierto. El modelo presenta como atributo predictor el NAF, a través del podómetro, con coeficiente de acierto de 77,5 % y estadística de Kappa = 0,5799, considerada moderada y más precisa para clasificación de las clases: Activo (88%) y Sedentario (100%).

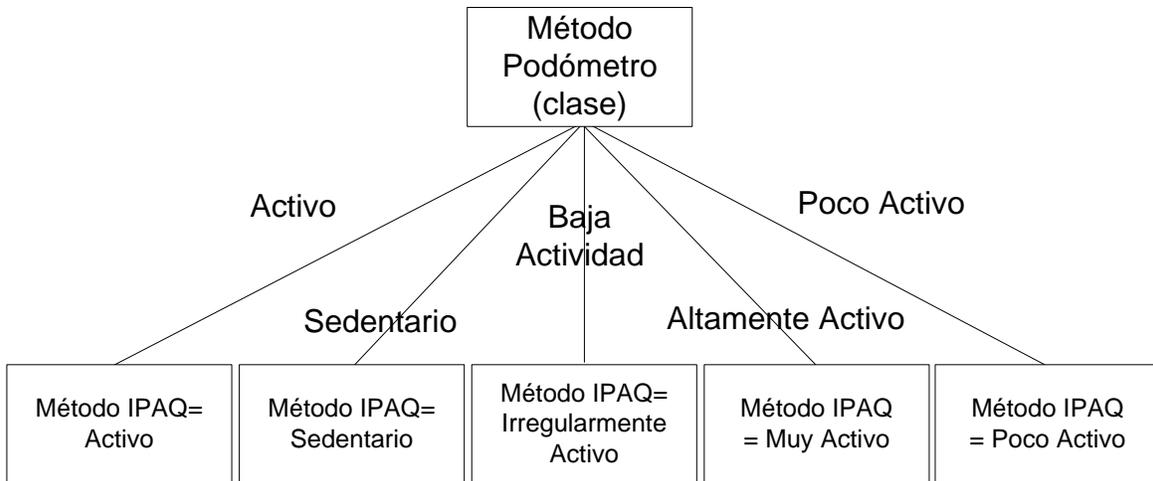
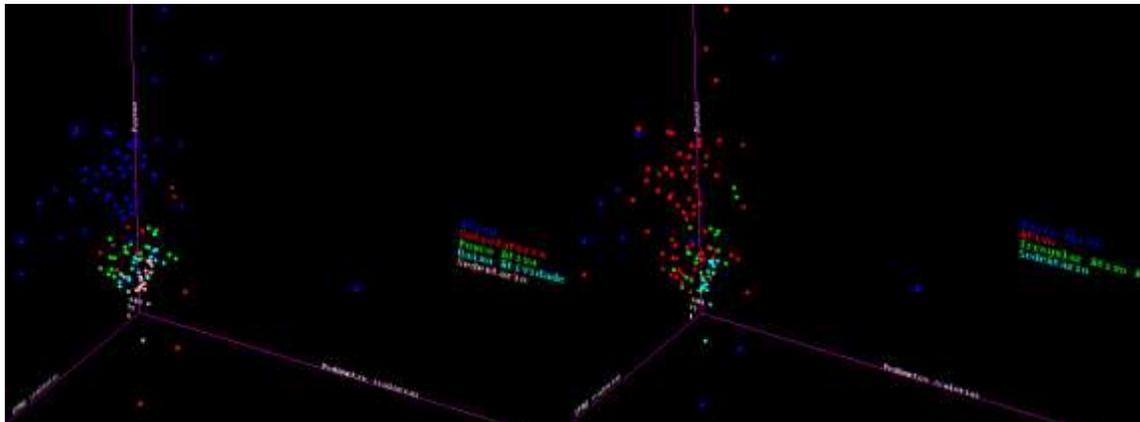


Figura 4. Modelo de Clasificación para predicción de clases del IPAQ

Con base en informaciones presentes en los modelos anteriores, se representaron las variables implicadas en un modelo 3D, en el ambiente WEKA de visualización de datos (Figura 5).



Nota: (a) Clasificación por el Podómetro

(b) Clasificación por el IPAQ

Figura 5. Modelo 3D de representación de la Clasificación de NAF, con las variables por eje: x - podómetro (calorías), y - podómetro (número de pasos), z: IPAQ (calorías)

El Cuadro 1 demuestra la asociación entre las variables categorizadas en la técnica de *Data Mining* de Reglas de Asociación, utilizando el algoritmo Apriori⁴¹. Con base en la Reglas de Asociación (RA 2 y RA 4), se observa que las clases "Poco Activo" o "Activo" en la escala del podómetro corresponden a clase "Activo" del IPAQ, con 82,09% de confianza, considerándose los soportes de sendas reglas. La clase "Activa", con base en el podómetro, también corresponde a la misma clase del IPAQ, con 84% de confianza (RA 3). La clase "Sedentario" presenta la misma equivalencia en los de los procedimientos, con 75% de confianza (RA 5).

1. IPAQ (clase)=Sedentario 16 ==> podómetro (clase)=Sedentario 15 <conf:(0,94)> lift:(5,53) lev:(0,1) [12] conv: (6,64)
2. Podómetro (clase)=Activo 50 ==> IPAQ (clase)=Activo 42 <conf:(0,84)> lift:(1,42) lev:(0,1) [12] conv: (2,26)
3. IPAQ (clase)=Muy Activo 10 ==> podómetro (clase)=Activa 8 <conf:(0,8)> lift:(1,89) lev:(0,03) [3] conv: (1,92)
4. Podómetro (clase)=Poco Activo 17 ==> IPAQ (clase)=Activo 13 <conf:(0,76)> lift:(1,29) lev:(0,02) [2] conv: (1,38)
5. Podómetro (clase)=Sedentario 20 ==> IPAQ (clase)=Sedentario 15 <conf:(0,75)> lift:(5,53) lev:(0,1) [12] conv: (2,88)

Cuadro 1. Reglas de Asociación entre las clases del podómetro y IPAQ

DISCUSIÓN

El presente estudio ha analizado la correlación entre el podómetro y el IPAQ (versión larga), para determinación de NAF y GE de los trabajadores involucrados en la investigación. Se han utilizado técnicas estadísticas y de *Data Mining*, con vistas a correlacionar las variables implicadas en la investigación, utilizando-se datos numéricos y categóricos.

El grupo evaluado es formado por individuos jóvenes, de ambos sexos, con predominancia del sexo masculino, el que se justifica por la mayor concentración de hombres en el sector industrial.

Se observó alta incidencia de individuos con sobrepeso y obesidad, en ambos los sexos, resultado similar a otros estudios, en los cuales se constata tendencia similar entre trabajadores^{3,5}.

El número medio de pasos de los trabajadores evaluados demostró prevalencia de actividad moderada y alta, una vez que 10.000 pasos diarios representan una meta razonable para la promoción de la salud en adultos saludables³¹. Tal resultado é semejante al encontrado en estudios de Cocker al.²⁶, los cuales identificaron, entre adultos monitoreados, 22,6% poco activos, 18,7% activos y 39,4% altamente activos. De otro lado, el valor medio observado en ese estudio está sobre el observado por Dwyer et al.⁹ y por Basset Jr. et al.⁴⁷.

Para determinación del GE, se identificó alta correlación positiva ($r > 0,6$; $p < 0,001$) entre los valores estimados para el podómetro ($R^2 = 0,58$) y IPAQ ($R^2 = 0,64$), con base en el número de pasos. La identificación de los hábitos de AF con base en autorrelato se punta como una de las inconveniencias del IPAQ^{19, 27, 29}. Pardini et al.⁴⁸; Clark et al.²⁸ y Kim et al.²⁹ encontraran baja correlación entre el IPAQ y sensores de movimiento. Benedetti et al.⁴⁹ han encontrado una correlación Spearman de moderada a baja entre los valores obtenidos a través del IPAQ y del podómetro ($r = 0,24$).

Posiblemente, el tipo de abordaje utilizado en el presente estudio se demostró capaz de minimizar la dificultad de comprensión y respuesta para los diferentes ítems del IPAQ.

Un importante hallazgo fue la correlación entre los dos procedimientos para evaluación del GE y NAF. Estudios de Cocker et al.²⁶ y Tudor-Locke et al.⁵⁰ también han correlacionado positivamente la clasificación de NAF, con base en el conteo de pasos y en los datos subjetivos del IPAQ (versión larga). El estudio de Welk et al.²⁴ apuntó correlación positiva entre el podómetro y el IPAQ, cuanto al conteo de pasos, para evaluar se los individuos realizan en el mínimo 30 minutos de AF diaria.

Las técnicas utilizadas en este estudio son metodologías investigativas, más viables para pesquisas de determinación de las necesidades y balances energéticos de la población, en vista de su aplicación más rápida y de bajo costo.

El modelo del árbol de decisión presenta predicción de las clases del IPAQ, con base en las clases del podómetro, con elevada tasa de acierto (77,5%), principalmente en la previsión de las categorías “Sedentario” (100%) y “Activo” (88%), líneas de corte para diagnóstico de hábitos de AF⁵⁰.

CONCLUSIÓN

A pesar de los podómetros no discriminaren la intensidad de la AF, esos equipamientos fornecen informaciones suficientes para la identificación de hábitos de bajo NAF o sedentarismo.

El estudio demostró significativa correlación entre los valores de gasto energético y clasificación de NAF, obtenidos por el IPAQ (versión larga) y por el podómetro, con posibilidad de predicción de variables más difíciles de colectarse, gracias a la utilización de aquella de mejor accesibilidad. Ambos los procedimientos estudiados, el podómetro y el IPAQ, se pueden utilizar sea para fornecer datos referentes a NAF, sea para indicar el valor medio de GE.

La alta correlación y alta predicción observadas en este trabajo posibilitan viabilizar estudios de población, comprendiendo el NAF y GEAF, utilizándose apenas uno de los métodos.

La utilización de Técnicas de *Data Mining* se demostró útil en el desarrollo de modelos de descripción y predicción. Tanto las técnicas estadísticas como las de *Data Mining*, apuntaron modelos con capacidad de predicción de las variables de un instrumento, a través de las variables de otro de menor accesibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 World Health Organization (WHO). 2008-2013 Action Plan for the global strategy for the prevention and control of non-communicable diseases. [Consultado 2012 febrero 5]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241597418_eng.pdf.
- 2 Ribeiro AG, Cotta RMM, Ribeiro SMR. A promoção da saúde e a prevenção primária integrada dos fatores de risco para doenças cardiovasculares. *Ciência & Saúde Coletiva* 2012; 17(1):7-17. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000100002>
- 3 Allman-Farinelli MA, Chey T, Merom D, Bauman AE. Research Occupational risk of overweight and obesity: an analysis of the Australian Health Survey. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2010; 5 (14): 1-9.
- 4 Kushi LH, Doyle C, McCullough M, Rock CL, Demark-Wahnefried W, Bandera EV, Gansler T. American Cancer Society guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 2012; 62(1): 30-67. <https://doi.org/10.3322/caac.20140>
- 5 Chau J, Van der Ploeg HP, Merom D, Chey T, Bauman AE. Cross-sectional associations between occupational and leisure-time sitting, physical activity and obesity in working adults. *Preventive Medicine* 2012; 54(3): 195-200. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.12.020>
- 6 Bastos, AA, González Boto R, Molinero González O. y Salguero del Valle A. Obesidad, nutrición y Actividad Física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2005; 5(18):140-153.
- 7 Mitsui T, Shimaoka K, Tsuzuku S, Kajioaka, T, Sakakibara H. Pedometer-determined physical activity and indicators of health in Japanese adults. *Journal of Physiological Anthropology* 2008; 27(4): 179-184. <https://doi.org/10.2114/jpa2.27.179>
- 8 Kozáková M, Palombo C, Morizzo C, Nolan JJ, Konrad T, Balkau B. Effect of sedentary behaviour and vigorous physical activity on segment-specific carotid wall thickness and its progression in a healthy population. *European Heart Journal* 2010; 31(12):1511-1519. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq092>
- 9 Dwyer T, Ponsonby AL, Ukoumunne OC, Pezic A, Venn A, Dunstan, DJ. Association of change in daily step count over five years with insulin sensitivity and adiposity: population based cohort study. *BMJ* 2011; 342: 1-8. <https://doi.org/10.1136/bmj.c7249>
- 10 Alevizos A, Lentzas J, Kokkoris S, Mariolis A, Korantzopoulos P. Physical activity and stroke risk. *International journal of clinical practice* 2005; 59(8): 922-930. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2005.00536.x>
- 11 Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, Kahlmeier S. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *The Lancet* 2012; 380(9838):294–305. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60898-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60898-8)
- 12 Braith RW, Stewart KS. Resistance exercise training. It prevention of cardiovascular role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2006; 113(22): 2642-2650. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.584060>

- 13 World Health Organization (WHO) (2010). Global physical activity for the World Health. Geneva: WHO Library. [consultado 5 febrero 2012]. Disponible en: <http://whglibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979.eng.pdf>
- 14 Montoye H, Kemper H, Saris W, Washburn R. Measuring Physical Activity and Energy Expenditure. Illinois: Human Kinetics, 1996.
- 15 Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. *Atividade Física e Saúde* 2001; 6(2): 5-18.
- 16 Haskell W., Lee IM, Pate RR. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and science in sports and exercise* 2007; 39(8):1423-1434. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>
- 17 Armstrong T, Bull F. Development of the world health organization global physical activity questionnaire (GPAQ). *Journal of Public Health* 2006; 14:66-70. <https://doi.org/10.1007/s10389-006-0024-x>
- 18 Bauman A, Bull F, Chey T, Craig CL, Ainsworth BE, Sallis JF, Pratt, M. The International Prevalence Study on Physical Activity: results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2009; 6(21):1-11. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-21>
- 19 Lima RA, Freitas CMSMD, Smethurst WS, Santos CM, Barros, MVGD. Nível de atividade física em idosos com doença de Alzheimer, mediante aplicação do IPAQ e de pedômetros. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde* 2012; 15(3): 180-185.
- 20 Vespasiano BDS, Dias R, Correa, DA. A utilização do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) como ferramenta diagnóstica do nível de aptidão física: uma revisão no Brasil. *Saúde em Revista* 2012; 12(32): 49-54. <https://doi.org/10.15600/2238-1244/sr.v12n32p49-54>
- 21 Prince S, Adamo K, Hamel M, Hardt J, Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2008; 5(1): 56. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-56>
- 22 Cafruni CB, Valadão RDCD, de Mello ED. Como Avaliar a Atividade Física? *Revista Brasileira de Ciências da Saúde* 2012, 10(33), 61-71. <https://doi.org/10.13037/rbcs.vol10n33.1555>
- 23 Bassett Jr, D.R (2000). Validity and reliability issues in objective monitoring of physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2): 30-36. <https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082783>
- 24 Welk GJ, Differding JA, Thompson RW, Blair SN, Dziura J, Hart, P. The utility of the Digi-walker step counter to assess daily physical activity patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2000; 32(9): S481-S488. <https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00007>
- 25 Kang M, Marshall SJ, Barreira TV, Lee, JO. Effect of pedometer-based physical activity interventions: a meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport* 2009; 80(3): 648-655. <https://doi.org/10.1080/02701367.2009.10599604>
- 26 Cocker KA, De Bourdeaudhuij IM, Cardon GM. The effect of a multi-strategy workplace physical activity intervention promoting pedometer use and step count

- increase. Health education research 2010; 25(4): 608-619. <https://doi.org/10.1093/her/cyp052>
- 27 Schmidt MD, Cleland VJ, Thomson RJ, Dwyer T, Venn AJ. A comparison of subjective and objective measures of physical activity and fitness in identifying associations with cardiometabolic risk factors. *Annals of epidemiology* 2008; 18(5): 378-386. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2008.01.005>
- 28 Clark BK, Thorp AA, Winkler EA, Gardiner PA, Healy GN, Owen N, Dunstan DW. Validity of self-reported measures of workplace sitting time and breaks in sitting time. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2011; 43(10): 1907-1912.
- 29 Kim Y, Park I, Kang M. Convergent validity of the international physical activity questionnaire (IPAQ): meta-analysis. *Public health nutrition* 2013; 16(03): 440-452. <https://doi.org/10.1017/S1368980012002996>
- 30 Triola MF. *Introdução à estatística (10ª ed.)*. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- 31 Tudor-Locke C, Hatano Y, Pangrazi RP, Kang, M. Revisiting How Many Steps are Enough? *Medicine and science in sports and exercise* 2008; 40(7): S537. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817c7133>
- 32 Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food and Nutrition Bulletin* 2004; 25(1): S15-S26.
- 33 International Lipid Information Bureau (ILIB) Latino América. Recomendaciones de ILIB para el diagnóstico de las dislipidemias en Latino América. *Cardiovasc. Risk Factors* 1994; 3(1): S10-S27.
- 34 World Health Organization (WHO) (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: WHO Technical Report Series. [consultado 5 febrero 2012]. Disponible en: http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/
- 35 Heymsfield SL, Lohman T, Wang Z, Going S. *Human Body Composition*. Ed. Champaign, Human Kinetics, 2005.
- 36 Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C, Leon AS. 2011 compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2011; 43(8): 1575-1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>
- 37 Fayyad UM, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P. Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework. In *KDD*, 96, 82-88, 1996.
- 38 Hall MA. *Correlation-based Feature Subset Selection for Machine Learning*. New Zealand: Hamilton, 1999.
- 39 Kira K, Rendell LA. A practical approach to feature selection. In: *Proceedings of the ninth international workshop on Machine learning*. Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1992. <https://doi.org/10.1016/b978-1-55860-247-2.50037-1>
- 40 Kononenko I. Estimating attributes: analysis and extensions of RELIEF. In *Machine Learning: ECML-94*. Springer Berlin Heidelberg, 1994: 171-182. https://doi.org/10.1007/3-540-57868-4_57
- 41 Robnik-Šikonja M, Kononenko I. An adaptation of Relief for attribute estimation in regression. In *Machine Learning: Proceedings of the Fourteenth International Conference (ICML'97)*, 1997.

- 42 Quinlan JR. Learning with continuous classes. In: Proceedings of the 5th Australian joint Conference on Artificial Intelligence 1992: 92; 343-34
- 43 Quinlan JR. C4.5 Programs for Machine Learning. San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- 44 Wang Y, Witten IH. Inducing model trees for continuous classes. In: Proceedings of the Ninth European Conference on Machine Learning, 1997: 128-113.
- 45 Agrawal R, Srikant R. Fast algorithms for mining association rules. In: Conference on Very Large Databases, 20, Proceedings ... San Francisco, Morgan Kaufmann, Santiago do Chile, 1994.
- 46 Ma BLWHY. Integrating classification and association rule mining. In: Proceedings of the 4th, 1998.
- 47 Bassett Jr DR, Wyatt HR, Thompson H, Peters JC, Hill JO. Pedometer-measured physical activity and health behaviors in United States adults. *Medicine and science in sports and exercise* 2010; 42(10): 1819.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181dc2e54>
- 48 Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, Raso V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ-versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 2001; 9(3): 39-44.
- 49 Benedetti TRB, Antunes PDC, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski EL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2007; 13(1): 11-6. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000100004>
- 50 Tudor-Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity. *Sports Medicine* 2002; 32(12): 795-808. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232120-00004>

Número de citas totales / Total references: 50 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 1 (2%)