

Análisis de Formaldehído en Laboratorio de Morfología y Patología Animal Durante las Clases de Anatomía

Maria Cristina Canela¹; Izabela Gonçalves da Silva¹; Camila R. O. Nunes², Ana Bárbara de Freitas Rodrigues³; Mariana Biscaro Zófoli³

1- *Laboratório de Ciências Químicas - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro*; 2- *Instituto Federal Fluminense – Itaperuna*; 3- *Laboratório de Morfologia e Patologia Animal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro*.

El formaldehído (figura 1) es el aldehído alifático más simple de su familia. Es un compuesto inflamable, altamente reactivo a la temperatura ambiente, (PENNEY et al., 2010), vendido generalmente en la concentración de 37% (m/v) en agua, añadiendo una pequeña cantidad de metanol como agente estabilizante. Es una sustancia considerada



ubicua, pues se encuentra en el suelo, aire y agua y también el compuesto orgánico volátil más fácilmente asociado a la contaminación de ambientes internos (BERNSTEIN et al., 2008).

En los ambientes de trabajo, las actividades profesionales con mayor nivel de exposición al formaldehído están relacionadas a las industrias textil y maderera (2 a 5 mg L⁻¹) y los embalsamadores y trabajadores del área de anatomía

patológica (superior a 3 mg L⁻¹) (IARC, 2006 apud VIEGAS, 2010). Los laboratorios de anatomía son considerados lugares de gran riesgo ambiental y ocupacional pues el formaldehído es ampliamente utilizado como fijador y conservante de material biológico. Este fijante es generalmente preparado a partir del formaldehído 37% (m/v) en una solución diluida en la concentración de 10% (m/v) en agua, llamada popularmente de formol, donde las piezas son sumergidas para su conservación. El formol tiene bajo costo, acción desinfectante, no provoca gran endurecimiento de los tejidos a ser conservados y preserva por largo tiempo, lo que lo hace lo más indicado para la mayoría de las situaciones de laboratorio anatómicas (BETTINI, 2006; VIEGAS, SUSANA; PRISTA, 2010). Sin embargo, su uso continuo en las clases hace que sea volatilizado en tales ambientes y pueda ser un factor de riesgo a la salud. Los principales factores que afectan su concentración en el aire son temperatura ambiente, número y tamaño de las piezas expuestas, soluciones de estampado y ventilación inadecuada o inexistente. Dependiendo del grado y el tiempo de exposición, los síntomas debido al contacto con el formaldehído pueden variar desde irritación en la vía respiratoria a lesiones graves en el tracto respiratorio, con formación de edema pulmonar, hasta ser inmediatamente peligroso la vida del individuo expuesto (OSHA, 2013). Otro efecto negativo de la exposición a este agente químico es su carcinogenicidad, principalmente para la región nasofaríngea (IARC, 2012). Según la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC, del inglés *International Agency for Research on Cancer*) también existe una fuerte relación entre este tipo de exposición y la leucemia (SALTHAMMER 2010) y el cáncer sino nasal (IARC, 2012). En la mayoría de los casos, el formol induce a mutaciones (IARC, 2012), donde el agente mutagénico interactúa con el ADN causando el cambio a raíz de diversos genes (CANCER, 2013).

Debido a todos los riesgos eminentes reportados, varios países y organismos internacionales crearon leyes y documentos que determinan o recomiendan límites de exposición al formaldehído, como se muestra en la tabla 1. Un límite seguro para la carcinogenicidad sería aquel en que la concentración del carcinógeno no cause citotoxicidad, promoviendo la proliferación celular. Como las concentraciones que causan irritación citotóxica son inferiores a las concentraciones que causan irritación sensorial, esta última es la concentración propuesta por innumerables órganos como

límite atmosférico para la prevención de tumores malignos (SALTHAMMER, MENTESE, MARUTSKY, 2010).

Tabla 1. Límites de Exposición para el Formaldehído

Organización	Sigla	Tipo ^a	Concentración (ppm)
Occupational Safety & Health Administration	OSHA	TWA	0,75
		STEL ^b	2,0
National Institute of Occupational Safety and Health	NIOSH	TWA	0,016
		Teto	0,1
Scientific Committee on Occupational Exposure Limits	SCOEL	TWA	0,3
		STEL ^b	0,6
World Health Organization	WHO	TWA	0,08
		STEL ^c	0,08
American Conference of Governmental Industrial Hygienists	ACGIH	TWA e	0,3
		Teto	
Norma Reguladora Brasileña n ° 15	NR	TWA	1,6

(SALTHAMMER; MENTESE; MARUTSKY, 2010; SAUDE, [s.d.])

a Tipo TWA → *time-weighted average* (tiempo promedio de 40 horas semanales de trabajo); *STEL* → *short-term exposure limit* (límite de exposición a corto plazo). **b** 15 min; **c** 30 min.

El objetivo de este estudio es cuantificar el formaldehído en la atmósfera del laboratorio de patología y morfología animal (LMPA) de la Universidad Estatal del Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Río de Janeiro, Brasil; y comparar los resultados con los recomendados por organismos internacionales, como la OSHA y nacionales, como la NR 15. También se calculó el riesgo de cáncer por exposición al formaldehído, basado en las ecuaciones de exposición y de riesgo, definidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, USEPA (del inglés, *United States Environmental Protection Agency*).

3.1. Área de Estudio y Metodología de muestreo

El Laboratorio de Morfología y Patología Animal (LMPA) pertenece al Centro de Ciencias

Animal y Agropecuario (CCTA) de la Universidad Estatal del Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) y está situado en las dependencias del Hospital Veterinario. El laboratorio tiene un área total de 350 m², donde fueron muestreados tres ambientes: la sala de prácticas, con 117,15 m², de clases, con 40,4 m², y la taxidermia, con 33,26 m². En la sala de clases, los alumnos tienen teorías y periódicamente se utiliza como sala de espera en la realización de pruebas prácticas. La sala de prácticas es el lugar donde las piezas quedan expuestas en bancadas para los estudios. En la taxidermia quedan los animales que han sido embalsamados con formaldehído al 37% (m/v), sin dilución.

La definición de los días de muestreo se basó en el día de mayor y menor contaminación por formaldehído, lo que se debió principalmente a la retirada de las piezas (órganos de estudio) de la solución de formaldehído 10% (m/v) para ser estudiados en las clases prácticas de anatomía. En los días de clase de prácticas, el muestreo ocurrió de las 08h30min a las 18h30min, con el objetivo de simular un día entero de trabajo. En los días donde no ocurría una clase de prácticas, el muestreo tuvo lugar de las 08h30min a las 12h30min, siendo los resultados utilizados para simular un día entero de trabajo con menor exposición. El muestreo fue realizado durante cuatro semanas, en días con y sin clase de prácticas, totalizando cincuenta muestreos.

3.2. Preparación del reactivo de Nash

Para la síntesis del reactivo de Nash, el derivado utilizado en los análisis de formaldehído por espectroscopia de fluorescencia, se utiliza 0,3 mL de ácido acético (Vetec), 0,2 ml de acetil acetona (Vetec) y 15,4 g de acetato de acetileno amonio (Vetec). Los reactivos se transfieren a un matraz aforado de 100 mL y el volumen se completa con agua desionizada. La solución se almacena en un frasco ámbar y bajo refrigeración y se puede utilizar con seguridad durante 60 días (SOUSA et al., 2009).

3.3. Preparación de los cartuchos de sílice

La metodología utilizada en el dopaje de los cartuchos es descrita por Pinheiro y colaboradores (2004). Los cartuchos comerciales Discovery® DSC-Si SPE Tube (Supelco) con 500 mg de sílice son lavados con 2,0 mL de metanol (MeOH) y 2,0 mL de acetonitrilo (ACN). Después del lavado se adiciona 5,0 mL del reactivo de Nash, como dopante. Para auxiliar en este proceso se utiliza un *manifold* (Supelco). Después del dopaje, los cartuchos se secan en un flujo de nitrógeno (White Martins) durante 20 minutos y se mantienen en un desecador mientras el secado de los tubos ocurre. Los extremos de los tubos se envuelven en Teflón y los tubos son envueltos en papel aluminio y almacenados en la nevera hasta su utilización (PINHEIRO et al., 2004).

3.4. Muestreo del aire y análisis de FMD

El muestreo se realiza con ayuda de una bomba de succión previamente calibrada donde se conecta el cartucho de sílice dopado. La reacción (figura 2) entre el formaldehído y el reactivo de Nash produce el aducto fluorescente 3,5-diacetil-1,4-

dihidrolutidina (DDL). Después del muestreo, los cartuchos se guardan en nevera y se diluyen al día siguiente con 10 mL del reactivo de Nash. El flujo (300 mL min⁻¹), el tiempo (30 minutos) y el volumen de muestreo (9L) se definieron en pruebas preliminares con colectas en el propio sitio de muestreo (Figura 3.).

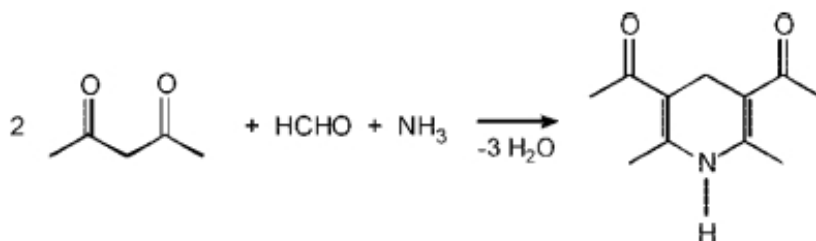


Figura 2. Reacción de formación del DDL. (SALTHAMMER; MENTESE; MARUTSKY, 2010)

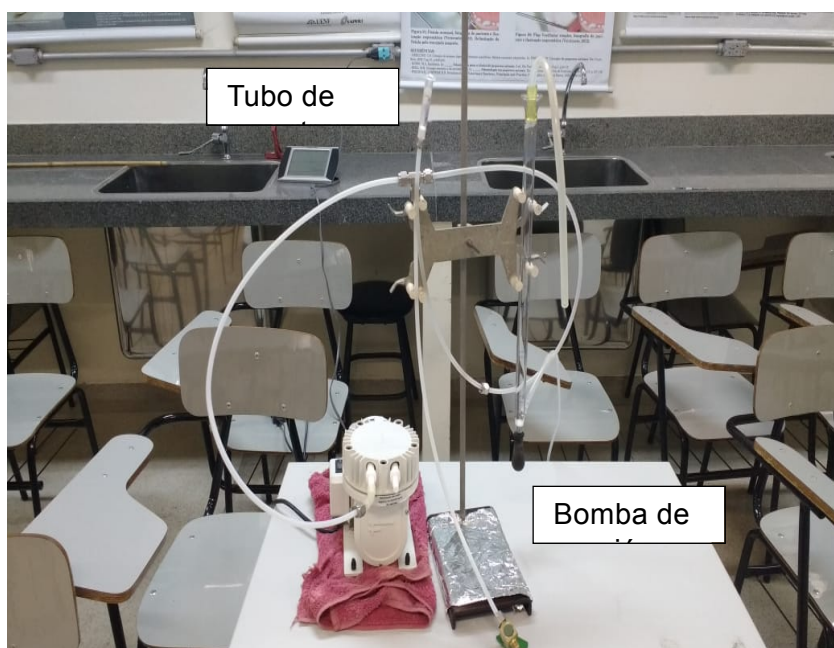


Figura 3. Muestreo en la sala de clases del LMPA.

Después de 5 horas de reacción, el DDL formado se determina en un espectrofluorímetro (Cary, Varian), utilizando como longitud de onda de excitación $\lambda_{exc} = 410 \text{ nm}$ y longitud de onda de emisión $\lambda_{em} = 510 \text{ nm}$ en una cubeta de cuarzo de 1 cm de camino óptico.

3.5. Preparación de la curva de analítica para cuantificación

Para cuantificación de FMD se realizó la preparación de dos curvas líquidas a partir de soluciones con concentraciones conocidas de la sustancia a ser cuantificada. La curva de alta concentración fue preparada con siete puntos y rango entre 0,1210 a 1,1698 μg

en masa de formaldehído. La curva de baja concentración preparada también con siete puntos obtuvo rango de concentración entre 0,0075 a 0,1210 μg en masa de formaldehído. Con los resultados del análisis se obtuvo el gráfico que relaciona los resultados medidos a las concentraciones previamente establecidas. Así fue posible utilizar la ecuación de la recta para obtener la concentración de una muestra real.

4.1. Concentración de Formaldehído Atmosférico

El análisis de las muestras indicó concentraciones de CH_2O entre 0,08-3,76 ppm en los días con las clases prácticas y 0,17-3,06 ppm cuando no las hay. Las figuras 4 y 5 muestran los resultados del formaldehído en los días analizados. La discusión se hace sobre la base del límite máximo permitido por OSHA, ya que entre los organismos internacionales es la organización que acepta un mayor valor de concentración. Así, cuando los resultados superaron el límite máximo admisible por esta entidad, también superaron los límites de las demás instituciones (NIOSH, SCOEL, WHO y ACGIH). Sólo la legislación brasileña (NR 15) tiene límite mayor que la recomendada por la OSHA, por lo que fue discutida por separado.

Figura 4. Resultados para análisis de formaldehído en días de clases – LMPA: SA = sala de clases; SP = sala de prácticas; TAX = Taxidermia

Figura 5. Resultados para análisis de formaldehído en días sin clases - LMPA SA = Sala de clases; SP = sala de prácticas; TAX = Taxidermia

Los resultados en la primera semana de muestreo se observan que cuatro concentraciones de formaldehído superaron el límite recomendado por OSHA, que limita la concentración a 0,75 ppm en 8 horas diarias de trabajo: los tres muestreos realizados en la taxidermia y el segundo realizado en la sala de prácticas. Para la taxidermia, el resultado elevado es el resultado de la emisión de los animales embalsamados con formaldehído al 37% (m/v), los cuales emiten el contaminante por largos períodos. En la falta de circulación de aire, el contaminante se acumula en la atmósfera. Los valores fueron lo suficientemente altos para superar los límites permitidos por la norma reguladora brasileña NR 15, que es de 1,6 ppm para 48 horas semanales de trabajo.

Para el análisis del día sin clases, sólo una muestra (en la sala de prácticas) sobrepasó los límites recomendados por OSHA y NR 15. No se registró ningún motivo aparente para esta subida de concentración. En este día llovía, pero ninguna puerta o ventana fue cerrada por este motivo, no explicando claramente lo que puede haber ocurrido para este aumento de concentración.

El análisis de las piezas expuestas es fundamental para entender las emisiones. Durante este primero muestreo las piezas expuestas fueron: tráquea, pulmón, tórax y lengua. Las piezas de aire como pulmón (expuesto en el día del muestreo) tienden a volatilizar más formaldehído, seguida de piezas cavitarias como intestino y estómago y por último, las piezas compactas como el riñón.

En la segunda semana, los resultados muestran que en el día de clase de prácticas, seis de las ocho muestras de aire recogidas presentaron concentraciones de formaldehído que sobrepasaron el límite recomendado por la OSHA. De este mismo total, cuatro muestras superaron el valor máximo exigido por la NR 15. Los locales de esas colectas fueron: sala de prácticas y taxidermia, donde uno de los valores alcanzó la concentración que configura riesgo grave e inminente según la NR 15, o sea, valor superior a 3,2 ppm. En el día sin clases, tres resultados superaron los límites recomendados por la OSHA y un resultado, el valor de la NR 15.

Así como para el día con clases, los resultados de la campaña dos fueron mayores que para el día sin clases. El muestreo realizado en la taxidermia casi alcanzó nuevamente valor de riesgo grave e inminente. El hecho de haber aumentado de formaldehído en la atmósfera en la segunda campaña se debe al hecho de que los órganos expuestos (estómago e intestino canino) son mayores que los órganos estudiados en la primera campaña. Además, por ser órganos cavitarios también tienden a emitir más formaldehído, convirtiéndose en una fuente puntual más contaminante.

En la tercera semana, los resultados apuntaron que en este día de clase prácticas, cinco análisis superaron el límite recomendado por OSHA y tres valores superaron la NR 15. Aunque un número menor de puntos superó el valor límite de OSHA (0,75 ppm) en comparación los resultados del muestreo anterior, no parece que ese resultado haya sido por motivo de menor emisión de las piezas expuestas. Eso porque en la sala de prácticas y taxidermia, los valores se mantuvieron altos. La mayor concentración en el segundo muestreo durante la clase fue debido a un proceso de embalsamado realizado en una habitación anexa a la misma, en torno a los 45 minutos antes del dicho muestreo.

Para el día sin clases, un de los resultados superó los límites recomendados por OSHA y un resultado, el valor de la NR 15.

Finalmente, en la cuarta semana, los resultados apuntaron que en el día de clase práctica, sólo dos análisis sobrepasaron el límite recomendado por la OSHA y la NR 15. Estos dos resultados fueron obtenidos en la sala de prácticas donde ya era de esperar concentraciones más altas debido a la fuente puntual de contaminación. Además, en ese día fueron retirados directamente del formaldehído un intestino y un aparato digestivo completo, lo que explica la alta concentración de formaldehído en la sala de práctica. Aunque un número menor de puntos de muestreo haya superado el valor límite de OSHA (0,75 ppm), en comparación con los resultados del muestreo anterior, no parece que este resultado haya sido por motivo de menor emisión de las piezas expuestas, porque en la sala de práctica los valores se mantuvieron altos. La mejor explicación para la disminución de la contaminación en otros lugares sería por factores atmosféricos. Durante todo este día ventó muy fuerte y casi siempre en la dirección suroeste, con ráfagas de vientos que alcanzaron la velocidad de 10 m s^{-1} . La velocidad y dirección unilateral del viento puede haber facilitado la dispersión de los contaminantes. Para el análisis del día sin clases, dos resultados superaron los límites recomendados por OSHA y ningún resultado sobrepasó el valor de la NR 15.

4.2. Cálculo de la dosis potencial y riesgo de cáncer

La dosis potencial indica el nivel de exposición en que efectivamente un contaminante podría causar daños a la salud. El cálculo se realiza a través de la suma de las dosis recibidas en determinado número de exposiciones, conforme a la siguiente ecuación:

$$DP = \sum_{j=1}^n C_j \cdot IR \cdot ED_j \quad (1)$$

Donde, DP es la dosis potencial ($\mu\text{g}/\text{día}$), C_j es la concentración de exposición como función del tiempo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), IR (t) es la tasa de inhalación (m^3/h), ED_j es la duración de la exposición ($\text{h}/\text{día}$).

El cálculo de la evaluación de riesgo de cáncer por exposición a un agente químico se calculó sobre la base de las ecuaciones de exposición y de riesgo definidas por la USEPA. La ingesta crónica por tiempo de vida (CDI) para efectos carcinogénicos es la cantidad media en masa de una sustancia por unidad de peso corporal por unidad de tiempo que una persona tiene contacto a lo largo de la vida (USEPA, 1997, 2001b).

(2)

La tabla 2 muestra los parámetros utilizados para el cálculo del CDI. Los valores de algunos parámetros se mantuvieron conforme define la USEPA (USEPA, 1997) y otros han sido obtenidos a partir del IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, 2018).

Tabla 2. Parámetros utilizados en el cálculo del CDI

Parámetro	descripción	Valor	Unidad
CA	Concentración del contaminante en el aire	-	mg m^{-3}
IR	Tasa de inhalación (adulto)	1,02	$\text{m}^3 \text{h}^{-1}$
ET	Tiempo de exposición (adulto)	40	h semana^{-1}
EF	Frecuencia de exposición	42	semana año^{-1}
ED	Duración de Exposición	30	años
BW	Peso del cuerpo de hombre y mujer	70/60	Kg
ATL	Media tiempo de vida	72/79	año



de hombre y mujer

NY Dias al año 365 Días/año

El riesgo de cáncer (CR, del inglés *cancer risk*) es dado por CDI multiplicado por el factor de *slope* (SF, del inglés, *slope factor*).

$$CR = CDI \times SF \quad (3)$$

Donde, CDI es la ingesta crónica por tiempo de vida, en (mg/kg.día); SF es el factor de potencial (*slope factor*) en riesgo por (mg/kg.día)⁻¹.

El factor de *slope* es una estimación de la posibilidad que un individuo tiene en desarrollar cáncer por haber sido expuesto durante la vida a un nivel de un determinado carcinógeno (USEPA, 2004). El valor de SF para el formaldehído es dado por el sistema de información de riesgo integrado (IRIS, del inglés *Integrated Risk Information System*), siendo 0,0455 mg Kg⁻¹ día para el formaldehído. El límite para CR aceptado por la USEPA es 10⁻⁶, es decir, 1 de cada 1000000 casos (U. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1989).

Todos los cálculos se hicieron considerando 30 años de exposición y una jornada diaria de 8 horas de trabajo. Se utilizaron las medias de las concentraciones encontradas en sala de clases y sala de prácticas, para días con y sin clases, siendo los resultados mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la Dosificación Potencial y Riesgo de Cáncer para días de clase y sin clases.

		Dosis Potencial (µg/día)	Riesgo de cáncer 30 años de exposición (hombre)	Riesgo de cáncer 30 años de exposición (mujer)
NR15		18768,0	0,0029	0,0031
OSHA		7515,0	0,0012	0,0012
Muestreo 1	C	4464,5	0,0007	0,0007
	NC	10,634	0,0017	0,0018
Muestreo 2	C	12385,4	0,0019	0,0020
	NC	8,166	0,0013	0,0014
Muestreo 3	C	11088,1	0,0017	0,0018
	NC	5,461	0,0009	0,0009
Muestreo 4	C	15231,6	0,0024	0,0025
	NC	7,998	0,0012	0,0013
Media	C	11575,5	0,0017	0,0018
	NC	8,065	0,0013	0,0013

C- día con clases de prácticas, NC- día sin clases de prácticas

Para los días con clase, los niveles de exposición personal para una jornada de 8 horas de trabajo fueron mayores que el límite establecido por la OSHA en las tres últimas campañas. Para los días sin clases, los niveles de exposición personal fueron mayores que el límite establecido por OSHA en la primera, segunda y cuarta campaña. Las medias de los muestreos, tanto en día de clase como en día sin clases, también superaron el límite establecido por la OSHA. Los resultados indican que, en los días con clases, la dosis potencial se vuelve mayor que en los días sin clases.

Para los días con clases los resultados del riesgo de cáncer fueron mayores que el límite establecido por la OSHA en las tres últimas campañas, tanto para hombres como para mujeres. Para los días sin clases los resultados del riesgo de cáncer fueron mayores que el límite establecido por la OSHA en la primera, segunda y cuarta campaña. Las medias de los muestreos, tanto en días de clase como en días sin clase, también superaron el límite establecido por la OSHA. En general, en los días con clase el riesgo de cáncer es mayor que en los días sin clase. Las mujeres también están ligeramente más susceptibles a desarrollar cáncer, ya que en todos los análisis descritos el riesgo de cáncer fue mayor para las mujeres en comparación con los hombres.

Todos los valores superaron el límite para CR aceptado por la USEPA que es 10^{-6} , es decir, 1 de cada 1000000 casos.

El laboratorio de anatomía es un local insalubre, donde los trabajadores están sujetos a la contaminación por formaldehído. Los daños a la salud varían con el tiempo y el grado de exposición, pudiendo los efectos manifestarse de forma aguda, como una intoxicación respiratoria, ardor de ojos o dolores de cabeza, o de forma crónica, como el cáncer. Es necesaria mucha cautela al tratar con sustancias químicas, principalmente las cancerígenas. Evaluar el nivel de exposición es de fundamental importancia para que se tomen medidas preventivas y para que se evalúe hasta cuando el coste/beneficio supera el riesgo. Según el Instituto Nacional del Cáncer (INCA), para agentes carcinogénicos la mejor situación y la que debe ser buscada es eliminar toda posibilidad de exposición, de modo que el trabajador no esté sometido a ningún valor de concentración de contaminantes (INCA, 2013).

A CAPES por la beca de maestría.

BERNSTEIN, J. A. et al. Los efectos secundarios de la industria del interior de la industria interior. De la Alergia y la Inmunología, v. 121, n. 3, p. 585-591, 2008

BETTINI, D. R. CALIDAD DEL AIRE EN LABORATORIO CLIMATIZADO DE ANATOMÍA PATOLÓGICA. EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS. [s.l.] Universidad Estatal del Río de Enero, 2006.

CANCER, INSTITUTO N. DE. Directrices para la vigilancia del cáncer relacionado con el trabajo. 2. ed. Río de Janeiro: [s.n.].

CANCER, I. N. DO. Formol o Formaldeído. Disponible en: <http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=795>. Acceso en: 22 sep. 2017.

IBGE, tablas de mortalidad completa2015. Disponible en:

https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/tabuadevida/2015/defaulttab_xls.shtm. Acceso al 11/08/2018

IARC. La revisión de los carcinógenos: los químicos y las relacionadas con las actividades. [s.l: s.n.]. v. 100F

NIST- National Institute of Standards and Technology - formaldehído. Disponible en: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=50000>. Acceso al 23 de octubre de 2018

OSHA. Routes of Exposure: How Employers Can Protect Workers Formaldehyde-Factsheet, 2011.

OSHA. Substance Technical Guidelines for formalin. Disponible en: <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10076>. Acceso en: 10 de agosto. 2017.

PENNEY, D. et al. Pautas para la calidad del aire interior. [s.l: s.n.]. v. 9

SALTHAMMER, T .; MENTESE, S .; MARUTSKY, R. Formaldehyde in the Indoor Environment. American Chemical Society, p. 2536-2572, 2010.

SAUDE, M. DA. NR 15 - ACTIVIDADES Y OPERACIONES INSALUBRES ANEXO No 11Brasil, [s.d]. Disponible en: <[https://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/NR-15-Anexo-11 - Agentes Químicos Límites de Tolerancia.pdf](https://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/NR-15-Anexo-11-Agentes-Quimicos-Limites-de-Tolerancia.pdf)>

SALUD, M. DA. Directrices para la vigilancia del cáncer relacionado con el trabajo. [s.l: s.n.]. v. 58

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. formaldehído; CASRN 50-00-0. formaldehído; CASRN 50-00-0. Anais ... 1989

USEPA. Pautas para la evaluación de la exposición. [s.l: s.n.]. v. 57

USEPA. Exposure Factors Handbook [. [s.l: s.n.].

USEPA. De acuerdo con la normativa vigente. [s.l: s.n.]. v. III, Parte

USEPA. (RAGS) Volumen III - Parte A: Proceso para la evaluación de la probabilidad de la evaluación de riesgos, Apéndice B. Oficina de emergencia y respuesta a la salud U.. Environmental Protection Agency, v. III. Diciembre, p. 1-385, 2001b.

USEPA. (RAGS). Volumen I. Human health evaluation manual (HHEM). Parte E. Supplemental guidance for dermal risk assessment. Us Epa, v. 1, n. 540 / R / 99/005, p. 1-156, 2004.

VIEGAS, SUSANA; PRISTA, J. Estudio de la Exposición Profesional a Formaldehído en Laboratorios Hospitalarios de Anatomía Patológica. n. CM, p. 280, 2010.

VIEGAS, S. Estudia de la Exposición Profesional a Formaldeído en Laboratorios Hospitalares de Anatomía Patológica. [S.L.] Universidad Nova de Lisboa de 2010.